Tome XIV (1927) N° 2 Avril-Juin 1927

REVUE

DE

PATHOLOGIE VÉGÉTALE

ET

D'ENTOMOLOGIE AGRICOLE

Paraissant tous les trois mois

Abonnement. — Pour les personnes étrangères à la Société, le prix de l'abonnement sera porté à partir du 1er janvier 1927 à 30 francs pour la France et à 45 francs pour l'étranger ; il doit être adressé aux Presses Universitaires, 49, boulevard Saint-Michel, Paris-V[e]

Communications. — Les communications doivent être adressées à M. FOEX, *Secrétaire général*, Station de Pathologie végétale, 11 *bis*, rue d'Alésia, Paris-XIV[e].

Séances. — Les séances de la Société ont lieu, au Siège Social, le premier vendredi de chaque mois. Ces séances sont suspendues pendant les mois d'août et de septembre.

Siège Social : 63, rue de Buffon, PARIS-V[e]

SOMMAIRE

Séance du 1er avril 1927, p. 98. — L. GARBOWSKI : *Ustillago tritici* sur les gaines foliaires du Blé, p. 100. — C. ARNAUDI : A propos de quelques expériences sur l'immunité acquise des végétaux, p. 103. — P. VOUKASSOVITCH : Observations biologiques sur les parasites *de Plutella maculipennis*, p. 113. — Séance du 7 mai 1927, p. 119. — G. NICOLAS et Mlle AGGERY : Une maladie bactérienne de l'épinard, p. 121. — BEZSSONOFF : Sur le rôle des vitamines par rapport aux végétaux, p. 142. — Séance du 3 juin 1927, p. 156. — Dr J. MAGROU : Erwin F. Smith, p. 160. — Compte rendu financier pour 1926, p. 164. — P. EFTIMIU : Etude cytologique sur a famille des exoacsées p. 166. — A.-L GUYOT : Quelques observations nouvelles sur les *Ligniera radicicoles*, p. 176. — Bibliographie : R. LYON, G. FRON et M. FOURNIER : Caractérisation des bois vieux par rapport aux bois verts p. 184.

Procès-verbal

de la séance du 1er avril 1927

Présidence de M. Costantin, *Président.*

Le Procès-verbal de la dernière séance est adopté après lecture.

Excusé : M. Louis de Vilmorin.

Admissions. — Mlle Dehorne (Lucienne), Chef des Travaux, Laboratoire de Zoologie, 1, rue Victor-Cousin, Paris. M. Labrousse, Ingénieur agricole, 1, avenue Detaille, La Varenne-Saint-Hilaire (Seine). M. L. Suire, Préparateur à la Station des Recherches Apicoles, 12, rue de la Comédie, Montpellier (Hérault). Mme Valensi, Entomologiste, 130, boulevard Brune, Paris.

Présentations. — C. Arnaudi, Instituto sieroterapico de Milan, présenté par MM. Foex et Dufrénoy.

Communications imprimées : Bulletin économique de l'Indochine, tome XXX, nº 1, 1927. — Revue internationale des Renseignements, nº 1, XVIII, février 1927. — The Philippine journal of Science, XXXII, nº 1, january 1927.

Communications écrites : M. Foex donne lecture d'une lettre de M. Nicolas qui signale qu'une maladie bactérienne amenant le jaunissement des feuilles d'Epinard et le dépérissement de cette plante a sévi gravement dans le Sud-Ouest de la France, durant l'hiver 1925-1926. M. Foex et M. Dufrénoy, étudient de leur côté cette maladie.

L. GARBOWSKI : *Ustilago Tritici* (Pers.). JENSEN, sur les gaines foliaires du Blé.

Communications orales : ARNAUDI : Immunité et réceptivité chez les végétaux.

P. VOUKASSOVITCH : Sur *Plutella maculipennis*, tinéide nuisible aux crucifères et sur ses parasites.

A propos de cette communication, M. VAYSSIÈRE signale qu'on possède très peu de renseignements en France sur les parasites de cet insecte et qu'il serait désirable que des recherches fussent entreprises dans cette direction.

F. WILLAUME : Contribution à l'étude des émulsions insecticides.

M. WILLAUME expose les résultats des expériences qu'il a faites récemment sur l'emploi de l'huile d'anthracène contre les maladies cryptogamiques.

M. MARIÉ confirme une observation faite par M. WILLAUME, comme quoi, sur les branches que recouvrent plusieurs couches de Cochenilles, l'huile d'anthracène reste sans action sur la couche inférieure de ces insectes que le produit a pourtant pénétrée.

M. QUITANHILA, en déposant pour la Bibliothèque de la Société, un exemplaire d'un travail sur la cytologie du *Synchytrium Taraxaci*, résume les conclusions auxquelles il est arrivé dans son mémoire.

La séance est levée.

Ustilago Tritici (Pers.) Jensen *sur les gaines foliaires du blé*

par L. GARBOWSKI

Chef de la Section des Maladies des Plantes
de l'Institut Scientifique Agricole de l'Etat
à Bydgoszcz (Pologne)

Aux cas peu nombreux, connus jusqu'à présent (1), d'une fructification anormale du Charbon de Blé nous pouvons ajouter encore un cas, que nous avons constaté sur une plante de Blé, récoltée au mois de juillet 1926 dans les environs de la ville Swiecie en Poméranie et envoyée à notre Institut pour y être examinée. C'était une plante, attaquée par le *Chlorops taeniopus* Meig. Ce qui attira l'attention d'un de nos observateurs et contribua à nous procurer cet intéressant objet. L'examen détaillé a montré que la plante était contaminée à la fois par le *Puccinia triticina* Erics et par l'Erysiphe graminis D. C. Sur les nœuds inférieurs on y apercevait de courtes lignes brunes le long des cavités entre les nervures, tout à la base des gaines foliaires. Ces lignes se confondaient et formaient des petites taches brun-foncé, dispersées autour du nœud et ne montant pas à plus de quelques millimètres de la base du nœud. La surface de la tige même sous les gaines attaquées était saine. Le second nœud inférieur de la plante (Fig. 1) était attaqué le plus fortement, le premier et le troisième portaient seulement quelques petites taches et les deux nœuds supérieurs en étaient exempts.

(1) I Ivar Liro. *Die Ustilagineen Finnlands*. Helsinké, 1924, p. 512.

L'analyse microscopique de la masse brune remplissant les cavités entre les nervures sur les taches a montré que cette masse était constituée par les spores bien connus du Charbon de Blé, *Ustilago tritici* Pers Jensen. La figure 2 représente une coupe transversale de la partie située à la base de la gaine foliaire, représentée sur la figure 1. Entre les cellules du tissu de la gaine aux parois épaissies, on ne pouvait remarquer aucune trace du mycélium et l'amas des spores à l'extérieur n'en contenait pas non plus. Or, on sait que c'est la règle générale chez les Ustilaginées, que les restes du mycélium disparaissent pendant la fructification et qu'il n'en subsiste aucune trace (1).

Fig. 1. — Un nœud de blé avec la fructification du charbon, *Ustilago tritici* (*Pers.*) *Jens.* (× 3. Photogr. de M. S. Kéler).

Jusqu'ici on a observé la fructification du Charbon de Blé (2), de même que celle de l'Orge et de l'Avoine (3) sur les feuilles et aussi sur les parties de la tige à la cime de la plante, c'est-à-dire aux endroits voisins de l'épi, où se produit la fructification normale du champignon. Mais Brefeld et Falet (4) ont démontré que les plantes de

(1) Schellenberg, D e Brandp lze der Schaoe'r. Bern, 1911. p. 2

(2) E. Riechm, Abnorme Sporenebildemg von Testilago trtici (Pers.) Jensen (*Ber d. d. bo. Ges.*, 1914, v. 32, v., p. 570).

(3) W. Lang, Zum Parasitisnuss der Brandpilze (*Jahresber d. Ver. f. Angew. Bot.*, 1913, v. 10, p. 172).

(4) A. Brefeld, Untersuchnugen aus dem Gesamtgebieft der Œgkologie, 1905, v. 15, p. 25.

Blé, infectées par *Ustilago Tritici* et produisant néanmoins des graines normales contiennent une quantité considérable de mycélium dans leurs tissus et que ce sont surtout les nœuds, « qui souvent en sont remplis ». Le cas, noté par nous, prouve que dans certaines conditions ce mycélium amassé dans les nœuds peut sortir en dehors des tissus et se transformer en spores.

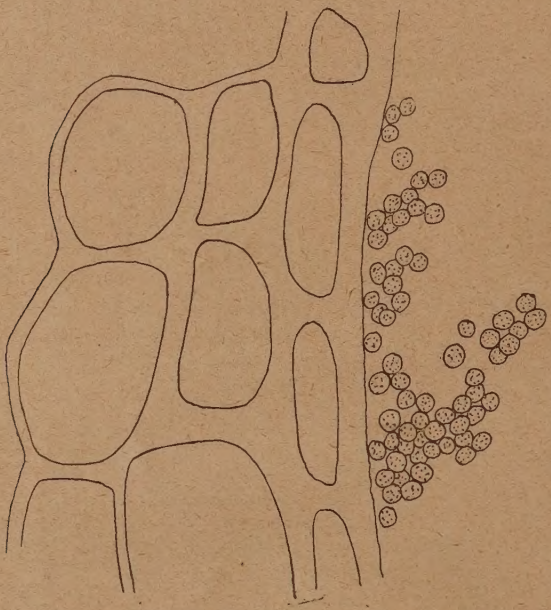


Fig. 2. — Vue microscopique d'une coupe transversale de la partie d'un nœud, montrant des cellules de la gaîne foliaire aux parois épaissies, et un amas de spores du charbon, *Ustilago Tritic* Pers. J.-Jensen à l'extérieur (× 550).

Considérant la contamination compliquée, qu'avait subie la plante de Blé, et surtout l'endommagement causé par le *Chlorops taeniopus*, il est permis de supposer que c'est précisément la cause de l'état anormal du champignon à l'intérieur des tissus : empêché dans son développement normal le mycélium renfermé dans les nœuds est quand même arrivé à la maturité, ce qui s'est manifesté par sa fructification.

A propos de quelques expériences sur l'immunité acquise des végétaux.

par le Dr C. ARNAUDI
de l'Institut Sérothérapeutique de Milan

Les recherches sur l'immunité des plantes, dont je vais parler, peuvent être divisées en deux groupes : une première série d'expériences ont été instituées en vue d'établir si, dans les plantes qui ont subi une première attaque de germes pathogènes, l'on peut observer une augmentation de la résistance aux infections successives du même germe, c'est-à-dire s'il y a une immunité acquise active. Dans un autre groupe d'expériences nous nous sommes efforcés de constater, si, après l'attaque des parasites, ou, en thèse générale, après l'introduction d'antigènes différents, se produisent des réactions humorales. Par ces expériences on cherche donc à rendre évidentes les substances élaborées comme *anticorps*. Nous nous servons de ce mot par analogie à la pathologie animale.

Ordinairement, quand on parle d'immunité des plantes, on entend se référer exclusivement à l'immunité naturelle : sur son existence il n'y a pas de discussion, elle a été parfaitement étudiée et, quoique les auteurs ne soient pas d'accord sur son mécanisme intime, on en tient grand compte dans toutes les études de génétique végétale.

D'ailleurs, autrefois, de nombreux auteurs, à la suite d'observations isolées, ou faites incidemment au cours d'expériences plus ou moins éloignées de notre objet, ont pensé à la possibilité de l'existence d'une immunité acquise.

Nous mentionnerons les recherches classiques de Noel Bernard sur la symbiose des rhizoctones avec les or-

chidées et les ophrydées : elles sont certainement les premières constatations rigoureuses d'immunité acquise.

Magrou et Nobecourt ont repris ces recherches ; ils en ont pu confirmer de façon éclatante les résultats, et le premier de ces auteurs a mis en évidence des faits semblables, au cours de ses recherches sur les mycorhizes des Pommes de terre.

Pour ce qui regarde les recherches d'immunisation par vaccins artificiels, les travaux les plus anciens, sont probablement ceux des français Ray et Beauverie, qui ont pu immuniser contre le *B. putrefaciens* des plantes de Lupin, Haricot, Avoine et Blé ; et contre la *Botrytis cinerea*, des petits Bégonias.

Peu de travaux ont été faits ensuite : les travaux publiés sur notre sujet ont été tous consacrés à la recherche des anticorps éventuels (agglutinines, hémolysines, précipitines), formés après l'introduction dans les plantes de protéines hétérogènes, tandis que le premier objectif, aussi bien théorique que pratique, aurait dû être de rechercher avec le plus d'observations possible, la réalité et les modalités de l'immunisation acquise.

Carbone, en 1922, a attiré l'attention des savants sur cette nécessité, dans une revue critique sur le sujet, et dans sa première contribution expérimentale, en collaboration avec Vigliano.

Dans ces publications, Carbone a réuni et critiqué rigoureusement tout ce qui avait été fait jusqu'alors sur le sujet ; il a examiné tout spécialement, *les cas signalés* d'immunité acquise, en coordonnant les résultats pour proposer enfin un plan organique de travail exempt d'apriorismes de tout genre : soit des rapprochements faciles et hypothétiques, bien que très éclatants, à l'immunologie animale, soit des dénégations catégoriques de toute possibilité d'immunité acquise.

Quelques auteurs, en effet, partant de la constatation de la différente organisation anatomique des végétaux et de leur manque d'un liquide circulant à comparer au sang et à la lymphe animale, nient toute possibilité d'immunité acquise, comme si pour subsister, l'immunité

des plantes devait avoir le même mécanisme que celle des animaux (laquelle, du reste, est bien loin d'être définitivement expliquée) et comme si elle devait être de toute nécessité, générale pour tout l'organisme et non limitée à chaque organe ou portion de tissu. Or, s'il est naturel que l'on procède dans ces recherches en s'inspirant de ce que nous connaissons sur l'immunologie animale, ce n'est pas dit (on peut même présumer le contraire) que cette voie seulement soit à suivre.

Cependant, l'installation de nos laboratoires, particulièrement favorable aux recherches délicates sur la formation des anticorps, a poussé CARBONE à se consacrer à cette étude. Comme recherche préliminaire et dans le but de bien choisir les plantes d'expérience, il a recherché avec VIGLIANO le comportement des sucs extraits des plantes normales, en rapport avec les phénomènes d'agglutination, hémolyse et précipitation. Il fallait éliminer de sérieuses causes d'erreur échappées aux auteurs précédents et qui, évidemment, sont susceptibles d'infirmer toute conclusion. Il en résulta que les sucs de Chou, Céleri, Scorsonère, *Opuntia*, possèdent des propriétés agglutinantes pour les schizomycètes, tandis que presque toutes les plantes examinées présentèrent des propriétés hémoagglutinantes. Des propriétés hémolytiques furent trouvées seulement dans le suc d'*Armillaria mellea* et les propriétés précipitantes dans le Céleri, l'*Opuntia*, l'Oignon et le Citron.

Dans une seconde série d'expériences (CARBONE et ARNAUDI) nous avons recherché les anticorps éventuels, formés après l'introduction, dans les plantes (par absorption ou par inoculation), d'antigènes divers, comme hématies de mouton, microbes, sérum normal de cheval.

Dans des épreuves antérieures à 1922, CARBONE avait noté la complète absence de propriétés agglutinantes pour l'antigène, dans le suc obtenu en pressant des Pommes de terre, préalablement inoculées avec des germes pathogènes (*B. asterosporus*, *B. aterrimus*) ou bien, non pathogènes (*B. lactis albus*).

Dans les expériences successives, nous avons trouvé

dans les sucs obtenus en pressant des feuilles de *Prunus laurocerasus*, des substances à action antihémolytique (aussi après filtration par amiante) et des curieuses propriétés agglutinantes : propriétés qui ne sont pas constantes, non seulement dans les plantes diverses, mais aussi dans les feuilles diverses de la même plante, prélevées au même moment : elles peuvent naturellement porter à des conclusions prématurées. Dans nos expériences, fut constaté en effet, plus d'une fois, que les sucs obtenus en pressant des feuilles, dont le rameau (soit coupé ou *in vivo*) avait absorbé des suspensions de B. typhique, donnaient une agglutination nette et rapide du diagnostic (c'est-à-dire culture tuée) B. typhique et dysenterie de Flexner, moins rapide pour les B. paratyphiques A. et B., légère pour le B. coli, négative pour le vibrion cholérique et pour le *melitensis*, tandis que le suc de la feuille normale de contrôle, ne donnait aucune agglutination. C'était donc un résultat bien éclatant : non seulement agglutination d'espèce, mais aussi de groupe et accompagnée d'une série rigoureuse de contrôles en tout sens. Mais dans des recherches ultérieures on avait le même résultat aussi dans les... contrôles, ou bien l'agglutination devenait chaotique, non plus élective pour des espèces déterminées ! Tout de même, cette pseudo-agglutinine spontanée montre souvent une pseudo-spécificité nette pour le B. typhique et son groupe.

Nous avons consacré plusieurs recherches à cette curieuse propriété des feuilles de Laurier-Cerise, mais nous avons pensé à modifier notre technique, pour nous mettre dans des conditions plus naturelles. Les recherches faites avec les sucs de pressage, sont toutes infirmées dans leurs résultats, par la sérieuse objection, que ce liquide non seulement n'est pas comparable aux sèves qui circulent dans les plantes, mais qu'il représente un mélange de toutes les substances, qui, par la rupture des cellules et le dérangement des tissus, viennent à se trouver en contact et donnent lieu à des composés neufs, qui n'ont rien à faire avec ceux qui existent dans la plante vivante. Il s'en suivit une vaste série d'expériences, dans lesquelles

on inoculait les antigènes dans le parenchyme des feuilles ou bien on les faisait absorber par les vaisseaux ligneux en recherchant les anticorps éventuels dans la lymphe élaborée de la zone corticale et dans celle ascendante dans les vaisseaux du bois.

Ces recherches ont été précédées et accompagnées de plusieurs autres afin de nous convaincre que réellement les substances colloïdales, les suspensions de germes et les anticorps préformés étaient absorbés, passaient par les vaisseaux du bois et étaient portés jusqu'aux dernières terminaisons des feuilles. Pour mieux réussir dans notre dessein, l'absorption des antigènes ou des anticorps préformés était faite en mettant les suspensions ou solutions de ces corps, dans des vases de verre où les rameaux en expérience étaient maintenus avec du coton. Pour les plantes en terre, on obtenait le même résultat au moyen d'une pipette métallique, qu'on introduisait dans la zone ligneuse : la suspension introduite par un trou foré avec une petite vrille, était mise en contact intime avec le tissu ligneux. La récolte de la sève corticale était faite à l'aide d'une pipette capillaire, avec laquelle on absorbait le liquide provenant d'une incision faite dans ce but. Les difficultés les plus graves ont été rencontrées dans la récolte du liquide ascendant des vaisseaux ligneux. Après une longue série de tentatives, nous avons pu réaliser un appareil simple qui nous donna ensuite d'excellents résultats. Un tube de verre à ⊢ est joint au moyen d'un anneau de caoutchouc, au rameau d'expérience (soit en terre, soit en vase) qui a été coupé tout récemment, écorcé sur 1-2 centimètres et dont la partie coupée de moelle a été obturée avec du mastic. A la partie horizontale du tube à ⊢ est jointe avec précaution, la partie du rameau coupée préalablement : on met dans le tube une quantité d'eau suffisante pour conserver humides les surfaces de coupure : la troisième branche, verticale, est jointe à une petite vasque de mercure, au moyen d'un tube de verre.

Dans ces conditions, nous avons, pour ainsi dire, relié les deux tronçons des vaisseaux ligneux avec le petit

tube de verre ; la portion supérieure du rameau continue sa transpiration, ce qui aide l'ascension des liquides du bas et la colonne de mercure nous dit son intensité. Grâce à cette indication on a pu simplifier encore l'appareil, nous avons donc enlevé le rameau supérieur et le tube à mercure, en y substituant, avec la pompe pneumatique et le manomètre, une dépression de même degré. Avec cela l'on peut diminuer la quantité d'eau, dans le tube à ⊢, en diluant moins les substances élaborées éventuellement.

Je dirai tout de suite, que même avec toutes ces précautions de technique, nos résultats sont absolument négatifs pour ce qui regarde la formation d'anticorps. Nous avons constaté au contraire, dans la sève corticale et dans celle des vaisseaux ligneux de plantes normales, la présence de substances à propriétés agglutinantes, précipitantes et antihémolytiques ; elles ne sont pas constantes mais assez fréquentes.

Dans la sève ascendante du mûrier, nous trouvâmes une substance que nous avons étudiée plus particulièrement vu son comportement curieux et très intéressant. Elle donne une nette agglutination des hématies tandis que quand on y ajoute une petite quantité de sérum normal et frais de Cobaye (qui n'est pas hémolytique) elle donne lieu à une hémolyse plus ou moins complète des globules, agissant donc comme une deuterohémolysine. *In vitro* elle est thermolabile ; elle possède aussi une nette action sur les globules de Mouton, Cheval, Bœuf ; moins nette sur ceux de Cobaye, nulle sur ceux de Lapin. Ces faits démontrent que l'hémolyse est indépendante de la résistance naturelle des hématies aux agents hémolytiques. En y ajoutant des solutions minimum hémolytiques de Saponine, au lieu de « l'alexine » (sérum frais de Cobaye) non seulement on n'obtient pas d'hémolyse plus nette qu'avec la seule saponine mais elle manque complètement. Cette propriété de la sève ascendante atteint son maximum pendant l'été, elle diminue dans l'hiver, pour devenir nulle pendant le repos de la plante et reparaître au printemps, ce qui démontre encore l'origine vi-

tale de la substance que nous avons appelée pseudo-ambocepteur hémolytique.

Tout récemment nous avons trouvé la même propriété dans la sève ascendante de la vigne, mais elle est moins active, on doit dire toutefois que les rameaux étudiés avaient été prélevés en automne avancé.

Avec la même technique et aussi avec les sucs de pressage, nous avons recherché les anticorps éventuels dans des plantes de Géranium, porteuses de tumeurs dues au *B. tumefaciens* : dans ces derniers cas aussi, nous n'avons pu trouver des agglutinines spécifiques : nous avons obtenu les mêmes résultats que Korinek (1).

Pour ce qui regarde la formation d'anticorps spécifiques, nos résultats sont donc complètement négatifs : Cappelletti, en Italie, est arrivé, au contraire, à des résultats positifs : il a observé l'agglutination spécifique du *B. radicicola*, avec des extraits de tubercules radicaux ; toutefois nos résultats nous rendent très prudents et défiants : une expérimentation plus complète et vaste est encore nécessaire.

Pour ce qui regarde les recherches d'immunisation active, nous avons étudié seulement une infection des tubercules des Pommes de terre, due à un germe du groupe des mésenthériques. Nous avons infecté avec cultures avirulentées avec des modalités variées, des portions de tubercules qui, peu ou pas entamés par le « vaccin », résistaient à des infections avec souches virulentes. Naturellement toutes nos expériences ont été contrôlées très rigoureusement.

Une autre expérience d'immunisation a été faite avec des Géraniums infectés par le *B. tumefaciens* : ici les résultats sont moins nets ; Smith avait tenté des expériences du même genre et il avait noté que la facilité avec laquelle les souches de *B. tumefaciens* peuvent s'aviralenter et le fait que l'inoculation ne réussit pas toujours, peuvent représenter des causes d'erreur importantes ; toutefois nos nombreuses observations nous permettent d'affirmer

(1) Tout récemment A.-J. Riker a confirmé ces résultats.

que l'on peut obtenir une immunisation acquise dans les plantes de Géranium, quand l'infection secondaire est faite peu de centimètres au-dessous ou au-dessus de la tumeur préexistante. Enfin, on pût avoir un cas d'immunisation acquise passive, en faisant absorber à un Géranium, porteur d'une tumeur, un sérum agglutinant le *B. tumefaciens* et qu'on avait obtenu avec l'immunisation d'un Lapin. La régression a été très rapide (deux semaines) ; parallèlement des branches de Géranium qui étaient dans du sérum contre le *B. tumefaciens* ne présentèrent pas de tumeurs, tandis que dans les contrôles immergés dans l'eau, infectés en même temps que les autres, on eut la formation régulière des tumeurs. Evidemment, le nombre encore trop limité de nos expériences, ne nous permet pas une généralisation, que nous ne faisons pas, mais le résultat obtenu nous permet d'attirer l'attention des savants.

Dans le laboratoire du Prof. Montemartini à Pavie, Mlle Zoja faisait en même temps que nous procédions à nos dernières observations, des recherches très intéressantes d'immunisation : elle faisait germer des graines de Blé dans un extrait aqueux de cultures de *Helminthosporium sativum* P. K. et B., ou de plantes infectées par le même parasite ; les petites plantes qui sont nées ont montré des marques de souffrance, qui ont disparu avec le repiquage. Infectées ensuite avec des cultures pures du parasite, elles se sont démontrées immunisées, tandis que les contrôles germés dans de l'eau ou dans les mêmes extraits bouillis, ont été envahis rapidement par le parasite. A l'examen histologique, les contrôles présentèrent un mycelium intracellulaire abondant, tandis que les petites plantes traitées n'en présentèrent pas, bien qu'il y eut formation de la moisissure à la partie superficielle de la plante.

***

D'autres expériences sont en cours et nous nous proposons de les étendre encore plus. Pour le moment, nous

nous croyons autorisés à penser que l'immunité acquise des plantes est possible. Evidemment une telle possibilité ouvre de nouveaux horizons, non seulement aux recherches scientifiques, mais aussi à la technique pratique. Si pour les plantes à graine il est nécessaire d'étudier encore ce sujet et s'il reste à démontrer que l'immunité acquise éventuellement, est transmissible par hérédité, ce qui permettrait son utilisation pratique ; pour les plantes reproduites par boutures, une fois obtenue une souche résistante, peut-être n'est-il pas risqué de penser que cette propriété peut se conserver dans toutes les cellules ; alors l'utilisation pratique en est manifeste.

Toutes ces considérations optimistes ne nous cachent pas les grandes difficultés qu'il faut encore surmonter, mais nous espérons que le nombre des chercheurs augmentera encore à l'avantage de la vérité scientifique, qui est notre premier et seul but. Pour ce qui regarde le problème des anticorps, il n'est pas nécessairement subordonné à celui de l'existence de l'immunité : des anticorps spécifiques pourraient bien se former sans que s'ensuive une immunité à la réinfection, et il pourrait bien exister le fait contraire. Ce problème est moins important peut-être pour la pathologie végétale que l'autre ; cependant son importance au moins pour la pathologie comparée est incontestable, mais son étude bien plus riche de difficultés techniques. Pour cela, quoique nos résultats soient négatifs nous ne pouvons pas généraliser nos conclusions. D'un autre côté, nos expériences ont mis en évidence des propriétés très intéressantes des sucs végétaux et des liquides circulant dans les vaisseaux des plantes vers les germes et les protéines éthérogènes en général. Quel est le rôle de ces substances ? Quelle est leur action dans l'immunité congénitale et dans l'immunité acquise ? Voilà un autre côté non moins intéressant du prome et qu'on doit approfondir.

Nous désirons que tout le problème soit discuté sans apriorismes et qu'un grand nombre de savants soit poussé par nos études à récolter le plus grand nombre possible de faits nouveaux, pour éclaircir la question.

Bibliographie

1) D. Carbone — B. Quarella — G. Venturelli. — Microbi saprofiti e microbi patogeni (*Rivistaa di biol.* T. 1, N. II-III, 1919.
2) D. Carbone. — Le reazioni immunitarie delle piante. (*Biochimica e terapia sperimentale* T. X, N. 7, 1923).
3) D. Carbone et J. C. Vigliano. — Sulle reazioni immunitarie delle piante. (*Bollettino Istituto Sieroterapico Milanese*, août 1922).
4) D. Carbone e C. Franca. — Esperienze con il « *Drosophyllum lusitanicum* » (*Atti della Società Lombarda di scienze mediche e biologiche* T. XII, N. 4, 1924).
5) D. Carbone e C. Arnaudi. — Nuove esperienze sulle reazioni immunitarie delle piante. (*Atti della Soc. Italiana di scienze naturali*, T. 63, 1924).
6) D. Carbone e C. Arnaudi. — Ancora sulle reazioni immunitarie delle piante. (*Idem*).
7) C. Arnaudi. — Sull'immunità acquisita nei vegetali. (*Atti della Soc. Italiana di scienze naturali*, 1925).
8) C. Arnaudi. — Sopra uno pseudo ambocettore emolitico del gelso. (*Bollettino Istituto Sieroterapico Milanese*, N. 6, 1925).
9) D. Carbone. — L'immunità nelle piante. (*Rivista di biologia*, T. VIII, N. 1, 1926).

N.-B. — Pour la Bibliographie complète du sujet voir :

D. Carbone. — Le reazioni immunitarie etc. (*Biochimica e terapia sperimentale*, T. X, 1923).
D. Carbone. — L'immunità nelle piante. (*Rivista di biologia*, T. VIII, 1926).

Observations biologiques sur les parasites de **Plutella maculipennis Curtis.** (**Lépidoptère, Plutellidæ.**)

par **P. VOUKASSOVITCH**

On trouve, très fréquemment, aux environs de Belgrade, les chenilles de *P. maculipennis* sur les feuilles de diverses Crucifères. J'ai pu notamment les observer, au printemps de 1926, dans un champ de Navette (*Brassica Napus sylvestris*) et j'ai profité de cette occasion pour entreprendre la recherche et l'étude des parasites de ce papillon.

Cette étude a été déjà faite au cours des dernières années par plusieurs auteurs, surtout en Amérique et en Russie (Marsh H. O., 1917 ; Reichardt A. N., 1919), où *P. maculipennis* cause souvent de très graves dommages.

Les prélèvements de chenilles du Lépidoptère, en vue de leur élévage au laboratoire, ont eu lieu en mai jusqu'au début de juin, époque où le cycle évolutif de la plante nourricière était terminé.

L'élevage artificiel de *P. maculipennis* n'a présenté aucune difficulté ; en général, il paraît que cette espèce peut fournir, en raison de la rapidité avec laquelle st poursuivent les différents stades de son développement, et surtout de la facilité de son élevage, un matériel très utile pour diverses recherches. J'exposerai brièvemene quelques remarques faites pendant ces élevages (1).

(1) Pour avoir les plus récents renseignements concernant la biologie de *P. Maculipennis*, consulter l'ouvrage : *Les Insectes nuisibles au Cotonnier en Afrique Occidentale Française*, par P. Vayssière et J. Mimeur, p. 155 à 158, 1926, Paris.

Les adultes de *P. maculipennis* se sont très bien accouplés en captivité, même en n'ayant qu'un espace restreint à leur disposition. Les femelles fécondées ont pondu en moyenne cinq à six jours après leur naissance de 60 à 80 œufs, dont l'incubation a duré quatre jours à la température moyenne de 20°. Les chenilles ont accepté aussi bien les feuilles à demi-pourries que celles fraîches de plusieurs Crucifères (Chou, Colza, Navette, etc.) et s'en sont nourries. Dans le cas des feuilles offertes fraîches, elles ont passé une partie du début de leur développement en mineuses, et elles ont vécu dans les tissus de la feuille, se creusant de petites galeries isolées, plus ou moins longues et tortueuses. La première mue a eu lieu deux jours après l'éclosion, puis il m'a semblé qu'immédiatement après les chenilles ont abandonné leur vie de mineures pour s'installer sur les feuilles, en se filant quelquefois un fourreau très rudimentaire. La deuxième mue a eu lieu le huitième jour après la sortie de l'œuf et a été rapidement suivie par la troisième. Le 15e jour, toutes les chenilles s'étant filées une sorte de cocon d'un tissu à mailles très grosses, se sont chrysalidées pour donner des papillons cinq à six jours plus tard.

Le développement complet de *P. maculipennis* a ainsi duré 22 jours à la température moyenne de 21°.

P. maculipennis a été trouvée parasitée par quatre espèces d'Ichneumonides, que M. Seyrig a bien voulu examiner et déterminer, ce dont je le remercie vivement. Ce sont : *Angitia cerophaga* Gr. ; *Thyraella collaris* Gr. ; *Diadromus subtilicornis* Gr. ; et *Pimpla alternans* Gr. Aucune des espèces citées n'a été jusqu'à présent, sauf erreur, signalée comme son parasite.

Angitia cerophaga Gr. a été le plus fréquent des parasites du Lépidoptère en question. Comme *A. plutellae* Vier (Marsh H. O., 1913 et 1917) et *A. fenestralis* Holmgr. (Reichardt, 1919 ; Miles, 1923 ; Faure, 1925) parasites solitaires déjà plusieurs fois signalés de *P. maculipennis*, *A. cerophaga* s'attaque aux chenilles.

L'élevage artificiel du parasite a très bien et très facilement réussi. Je ne m'arrêterai pas à décrire l'accouple-

ment, dont je m'occuperai dans une note ultérieure, et qui se passe, d'ailleurs, comme chez les autres *Angitia*.

Les femelles, aussi bien vierges que fécondées, ont pondu dans les chenilles de *P. maculipennis* et les pontes ont surtout eu lieu dans les jeunes chenilles et très souvent dans celles se trouvant encore dans leurs galeries creusées entre les deux épidermes de la feuille. Dans ce cas, le parasite arrivant rapidement sur les feuilles attaquées offertes, essayait d'y faire pénétrer sa tarrière. Fréquemment ces essais ont eu lieu à plusieurs millimètres de distance, de la galerie la plus proche ; il n'avait donc pas un sens précis du point où se trouvait la chenille.

Pour trouver les chenilles, le parasite, le plus souvent, parcourt rapidement quelques millimètres, en tenant son abdomen courbé sous le thorax avec la tarière dégaînée et l'extrémité de celle-ci touchant presque la surface de la feuille, contre laquelle il la presse de temps en temps, en essayant de l'y enfoncer ; puis, il relève l'abdomen et s'en va un peu plus loin recommencer le même jeu. S'il passe, par hasard, au-dessus d'une galerie, la couche épidermique recouvrant l'endroit creusé cède ordinairement à la pression, la tarière pénètre dans la galerie, la fouillant dans toutes les directions et la chenille, s'il s'en trouve une, ainsi surprise, est embrochée et l'œuf y est immédiatement déposé ; puis, le parasite s'éloigne à la recherche des autres galeries. En peu de temps, de cette façon, une feuille est explorée et de nombreuses chenilles contaminées.

Comme on peut se rendre compte, ce sont surtout les circonstances particulières dans lesquelles se trouvent les hôtes du parasite, qui lui permettent de les déceler et de les contaminer rapidement et en grand nombre.

Les chenilles étant sorties des galeries ne sont remarquées par le parasite qu'au moment où il arrive sur elles, au hasard de ses explorations de la feuille. Alors, rapidement, il courbe son abdomen, enfonce l'extrémité de la tarière dans la chenille se débattant entre ses pattes, dépose l'œuf et part.

La réaction qu'oppose la chenille n'a aucun effet sur

son agresseur. J'ai eu l'occasion d'observer le cas d'une femelle d'*A. ceratosa* suivant une chenille qui se sauvait de la feuille en se tissant un fil, la faire tomber au fond du récipient et aller l'y retrouver pour la contaminer.

Les chenilles parasitées ont poursuivi leur développement comme les chenilles saines, l'ont, comme celles-ci, terminé à la même époque et ont filé ensemble leurs cocons. Toutes m'ont paru avoir la même taille et ne présenter aucune différence externe. De vingt quatre, jusqu'à quarante-huit heures après la confection des cocons, pendant que les chenilles saines se transformaient en chrysalides, les larves parasites sont sorties de la peau vidée de leurs hôtes et ont filé aussitôt leurs cocons dans les leurs. Elles procèdent donc comme les larves d'*A. fenestralis*, déjà mentionnées, observées par Faure. On dirait que les larves de ces deux *Angitia* attendent, comme certains parasites des Diptères, le moment de la fronymphose de l'hôte, pour terminer rapidement leur développement.

La nymphose d'*A. ceratosa* a duré de sept à huit jours à la température moyenne de 23°5 environ, et le développement complet, pour les imagos mâles, dix-huit jours à la température moyenne de 22° environ. La ponte d'une femelle vierge a donné exclusivement cinq mâles.

Thyraella (*Diadromus*) *collaris* Gr. (= Ichnus c. Gr.).

D'après l'abbé Berthoumieu (1894) ce parasite est répandu en Europe et cité par Brischke comme parasitant les chenilles du genre Tortrix. Je ne l'ai eu qu'uniquement des chrysalides de *P. maculipennis* comme parasite solitaire.

Diadromus subtilicornis Gr.
(= *D. imbellis* Wesm. ; = *Ichnus s.* Gr.)

L'espèce est assez répandue en Europe et, d'après Brischke, parasite les chenilles du genre Tortrix (voir

Berthoumieu, 1894). Un autre *Diadromus* (*D. varicolor*, var. *intermedius* Nees) a été signalé en Suède comme s'attaquant à *P. maculipennis* (Roman A. 1918).

J'ai obtenu le parasite observé uniquement des chrysalides de *P. maculipennis* trouvées dans la nature. Il est parasite solitaire de celles-ci. Le nombre de femelles obtenu a été beaucoup plus élevé que celui des maâles.

Pimpla (*Itoplectus*) *alternans* Gr.

C'est un parasite fréquent dans toute l'Europe et dont on connaît plus d'une vingtaine d'hôtes, appartenant aux divers ordres d'Insectes. Silvestri (1912) a observé sa ponte dans les chrysalides de l'Eudémis.

J'ai obtenu *P. alternans* presque en parties égales aussi bien des chrysalides que des chenilles de *P. maculipennis*. Dans ce dernier cas, son cocon se trouvait auprès des restes de la chenille, dans le cocon qu'elle s'était fait avant de se chrysalider.

C'est un cas assez particulier faisant exception à la règle générale, parce qu'ordinairement un parasite abandonne toujours ses hôtes à des moments bien déterminés de leur développement.

Action des parasites observés

Sur environ quatre-vingts *P. maculipennis* recueillies au plus fort de l'invasion, c'est-à-dire vers mi-mai, il y avait trente-huit chenilles parasitées par *Angitia ceratosa* et *Pimpla alternans* presque en parties égales, ce qui fait 47 1/2 0/0 du lépidoptère tués. Les autres quarante-deux chrysalides ont donné dix-huit parasites (dont huit *P. alternans*, dix *D. collaris* et *D. subtilicornis*), et seulement trois papillons, vingt-et-une chrysalides ayant péri sans rien donner.

Ces indications, même incomplètes, montrent que l'action des parasites de *P. maculipennis* a été dans son

ensemble importante et il me semble que c'est à elle qu'il faudrait attribuer, au moins en partie, la rareté du papillon au cours des mois qui suivirent l'invasion.

(*Laboratoire de Parasitologie*
de l'Institut central d'Hygiène à Belgrade).

Bibliographie

G. V. Berthoumieu. — Ichneumonides d'Europe et des pays limitrophes (*Ann. Soc. ent. Fr.*, 1894).

J. C. Faure. — Notes sur quelques insectes entomophages (*Feuille des Naturalistes*, nº 13, p. 42-44, 1925).

Marsh H. O. — The Horse-radish Web-worm (*U. S. Dept. agr. Bur. of Entom., Bull.* 109, p. 71-76, 1913).

Life-History of *Plutella maculipennis* (Diamond-back Moth) (*Ll. Agric. Researsch, Washington*, D. C. X., nº 1, p. 1-10, pl. 2, 1917).

Miles H. W. — The Diamond-back Moth, *Plutella maculipennis* Curt. (*Ann. Rept. Kirton Agr. Inst.*, p. 45-48, 1923.

A. N. Reichart. — Kapustnaja Mol. (*Plutella maculipennis* Curt.) (*Bull. Sub. Section Contr. Plant Pests, Leningrade, Commit. of Rur. Economy*, p. 6-77, fig. 15, 1919).

A. Roman. — Beitraege zu dem Schwedischen Ichneumonides des Pentagoni (*Arkiv for Zoologi, Stockholm*, Bd. 12, nº 2, p. 1-32, 1918).

F. Silvestri. — Contribuzioni alla conoscenza degli insetti dannosi dei loro simbionti. III. La tignoletta dell'uva (*Polychrosis botrana* Schiff.) con un cenno sulla Tignola dell'uva (*Conchylis ambiguella Hubn.*) (*Boll. Zool. gen. e agr., Portici*, v. VI, p. 246-307, 1912).

Procès-verbal

de la séance du 7 mai 1927

Présidence de M. Costantin, *Président.*

Le Procès-verbal de la séance précédente est lu et adopté.

Décès. — M. le Président a le regret de faire part du décès de M. Louis Duport, Directeur de la Station Expérimentale agricole et forestière de Phu-Ho (Tonkin).

Admissions. — C. Arnaudi, Istituto Sieroterapico Milanese, Milan.

Communications imprimées : M. Gard : Longévité des racines laissées dans le sol après séparation des parties aériennes chez les plantes vivaces. — Gard : La culture du Noyer en Californie. — Gard : Le Noyer, ses maladies et leur traitement. — Gard : Les Bouillies cupriques modifient les propriétés physiques de la surface des feuilles sur lesquelles elles sont appliquées. — Gard : Quelques faits relatifs à l'apoplexie de la vigne. — Gard : L'Armillaria mellea Vahl, produit deux sortes de pourridiés chez le Noyer. — Gard : Le Pourridié du Noyer. — Gard : Etat actuel des Noyers ayant subi le gel de novembre 1921. — Gard : La lutte contre le dépérissement des noyers. — Gard : Expériences effectuées en 1925 dans le traitement de l'apoplexie de la Vigne. — Gard : La Maladie du noircissement chez le noyer cultivé. — Gard : Les maladies du Noyer. — P. Viala et P. Marsais : Les traitements contre les vers de la Grappe Eudemis et Cochylis. — Bulletin économique de l'Indochine, renseignements, janvier 1927. — Bulletin de la Société Royale de Botanique de Belgique, LIX, fasc. 1 et 2, 1927. — Bollettino della R. Stazione di Patologia végétale, VI, n° 4 et VII, n° 1, 1927. — The Review of Applied Entomology, XV, part. 1, 2, 3, 1927. — Journal of department of Lands and Agriculture, XXVI, n° 2 et 3, 1927. — The philippine journal of Science, XXXII, n° 2, 3, 1927. — Boletin de la Estacion de Patologia végétal, I, n° 4, 1926, Madrid. — Boltim da Associacao Brasioleira de Pharmaceuticos, VII, 4, 4, 6, 1926. — Botanik, Gustav Fischer à Yena. —

Exposition Internationale de la Presse, Cologne, 1928. — Mémoires de l'Institut nationzl Polonais d'économie rurale à Pulawy, 1926.

Communications écrites. — M. le Président donne connaissance d'une lettre de la Compagnie des Chemins de Fer du P. L. M., relative à la lutte contre le *Rhagoletis Cerasi*, à laquelle la Compagnie P. L. M. s'intéresse tout particulièrement. Cette lettre est accompagnée d'un envoi de 10 exemplaires d'une brochure que M. Verguin a consacré à la biologie de cet insecte, à ses attaques et aux précautions à prendre pour préserver les Cerises de ses atteintes. Les exemplaires de cette brochure sont à la disposition des membres de la Société.

G. Nicolas et Mlle Aggery : Une maladie bactérienne de l'Epinard.

Communications orales. — M. N. Bezssonoff : Le rôle des vitamines par rapport aux végétaux.

M. Bezssonoff fait une communication sur le rôle des vitamines par rapport aux végétaux. Après avoir passé en revue celles qui ont été jusqu'ici isolées et dit quelques mots de leur nature et de leurs propriétés, il aborde la question du rôle qu'elles peuvent présenter par rapport aux plantes dans les tissus desquelles elles apparaissent et celui encore hypothétique, qu'elles peuvent jouer dans les phénomènes de chlorose.

M. Saulnier appelle l'attention de la Société sur l'organisation réalisée par le Service Phytopathologique pour donner aux exportateurs français le moyen de satisfaire aux exigences formulées par les autorités anglaises en vue de la protection contre la Mouche des Cerises.

M. Willaume donne quelques précisions sur les moyens de lutte contre le *Rhagoletis cerasi.*

La séance est levée.

Une maladie bactérienne de l'épinard

par G. NICOLAS et Mlle AGGÉRY

de la Faculté des Sciences de Toulouse

En décembre 1926, M. Bergès, du Syndicat des maraîchers de Toulouse, envoyait à la Faculté des Sciences un lot d'épinards malades en signalant que, dans toute la région, les cultures de ce légume étaient ravagées par la même maladie. De renseignements pris auprès des maraîchers présents à la séance de décembre de la Société d'Horticulture de la Haute-Garonne, il résulte que ce mal n'est pas nouveau, mais sévit sporadiquement, avec plus ou moins d'intensité suivant les années. C'est probablement de la même affection que M. Foex (1) a entretenu la Société de Pathologie Végétale, en 1919 et la Société Nationale d'Horticulture de France, en 1926, affection ayant un peu l'allure de mosaïque, qui a occasionné, dit-il, de très grands dégâts certaines années, notamment pendant l'hiver 1913-1914 et qui ne serait pas dûe à un champignon. Les Américains ont étudié une maladie analogue qu'ils attribuent à un virus filtrant.

Symptômes et évolution de la maladie. — Voici les caractères de la maladie d'après l'examen d'épinards envoyés de Lardenne par M. Bergès et apportés de Saint-Martin du Touch par M. Vigneau, jardinier-chef du Jardin Botanique.

Le mal débute par l'apparition, sur les premières feuilles, de taches vert-clair tranchant très nettement sur la

(1) *Bulletin de la Société de Pathologie Végétale*, VI, p. 29, 1919 et *Journal de la Société Nationale d'Horticulture de France*, 4me série, XXVIII, p. 77, janvier 1927.

couleur vert-foncé des régions saines ; cette coloration, visible surtout par transparence, se manifeste d'abord soit à la pointe (fig. 1), soit sur les bords (fig. 2), soit par taches éparses, ce qui produit alors l'aspect d'une mosaïque.

Fig. 1. — La teinte grise correspond aux parties malades.

Puis, la feuille entière jaunit par suite de la destruction de la chlorophylle ; le jaunissement s'étend, progressant le long des nervures et, par la nervure principale, atteint le pétiole, qui jaunit à son tour, brunit en se ramollissant, se dissocie en lanières et finit par pourrir, sa base restant fixée sur le pied ; la feuille tombée sur le sol se dessèche ou

pourrit si le temps est pluvieux. Quelquefois, la feuille encore en place est plus ou moins jaune avec des plages desséchées. Parfois, les feuilles de la périphérie présentent

Fig. 2.

d'autres symptômes ; elles deviennent rigides, cassantes, plus épaisses que normalement.

Quant aux feuilles les plus jeunes, celles du centre, elles

ont le plus souvent, un aspect différent de celui des anciennes ; elles restent plus petites, gaufrées, cloquées et ont un peu l'allure de feuilles atteintes de frisolée ; elles se décolorent plus ou moins.

D'observations faites tant sur des épinards qui nous ont été adressés que sur d'autres replantés au Jardin Botanique, la marche de la maladie serait la suivante : les feuilles externes, les plus anciennes, formées les premières, seraient les premières atteintes ; puis, le mal, envahissant par le pétiole le collet et le bourgeon terminal, attaque les feuilles plus jeunes au fur et à mesure de leur formation. Suivant le moment où les premières feuilles sont contaminées, le pied est plus ou moins développé ; si l'infection se fait de très bonne heure, dès la sortie des feuilles, la plante reste petite, naine.

Dans la plupart des cas, les pieds finissent par se dessécher ou par pourrir si le temps est pluvieux et constituent ainsi d'excellents milieux de culture pour les Bactéries.

La maladie a causé de très grands dégâts pendant l'hiver 1926-1927, excessivement pluvieux et assez froid, dans les cultures maraîchères des environs de Toulouse.

Nous avons noté sur les feuilles malades la présence d'animaux divers (pucerons, escargots, limaces, coléoptères...), ce qui peut avoir une certaine importance relativement au mode de contamination.

Recherche du parasite. — L'étude microscopique des feuilles malades nous a montré que le mal n'est pas dû à un champignon. Par contre, l'examen de coupes de feuilles montées dans l'eau distillée, l'eau ou la glycérine iodée nous a révélé l'existence, dans tous les tissus malades, mais surtout dans les nervures (vaisseaux du bois et cellules voisines), d'amas ayant l'aspect de colonies bactériennes. Ces bactéries, de plusieurs types, plus ou moins mobiles, remplissent quelquefois complètement les cellules ou constituent des amas autour du noyau, des chloroplastes ou en d'autres points de la cellule.

Cet examen a été complété, d'une part, par celui de

coupes fraîches ou fixées par l'alcool traitées par différents colorants (violet de gentiane phéniqué, violet de gentiane aniliné, fuchsine phéniquée, bleu de méthylène phéniqué), d'autre part, par l'étude de prélèvements dans le parenchyme de la feuille et coloration au violet de gentiane phéniqué, qui nous a fourni les meilleurs résultats.

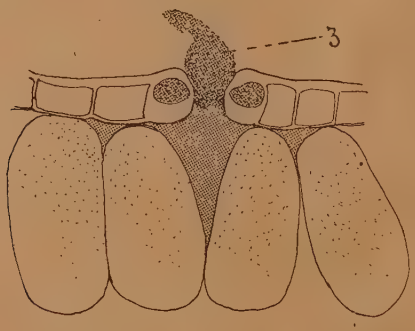
Par ces différentes méthodes nous avons mis en évidence dans les tissus malades l'existence certaine de Bactéries appartenant à plusieurs espèces, comme l'indiquent les cultures que nous en avons faites.

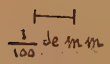
Pénétration des Bactéries dans la plante. — L'apparition des premiers symptômes de la maladie sur le limbe des feuilles les premières formées, la présence de Bactéries dans leurs tissus, l'extension du mal aux pétioles, puis aux jeunes feuilles, les racines ayant une apparence normale, semblaient indiquer que la pénétration du parasite se faisait par le limbe foliaire, soit par des voies artificielles (piqûres ou blessures d'animaux), soit par des voies naturelles, par les stomates. Nous avons observé un cas très net d'entrée des Bactéries par une piqûre de puceron. Ainsi, dans la région où se trouvait un puceron, à la face inférieure d'une feuille, les Bactéries pullulent dans l'épiderme et les cellules sous-épidermiques (fig. 3) et sont de moins en moins nombreuses en allant vers les vaisseaux du bois ; trois points plus foncés, à la surface du limbe, où les Bactéries constituent des amas très abondants, et où les cellules ont une teinte brune, correspondent probablement aux piqûres du puceron. Cet insecte peut donc, ainsi que d'autres animaux, ouvrir la porte aux Bactéries, mais nous sommes persuadés que ce mode de pénétration est tout à fait accidentel, les pucerons étant peu abondants en plein hiver, et que l'entrée des Bactéries dans les feuilles se fait par les stomates. Erwin Smith (1) a démontré, en effet, que c'est

(1) Les maladies bactériennes des plantes. Résumé d'une Conférence prononcée par E. Smith (*Revue de pathologie végétale et d'Entomologie agricole* XII, p. 86-87, 1925).

la voie commune pour beaucoup de maladies bactériennes (Haricots, pêchers, Pruniers, Cotonniers, Pelargonium,

3





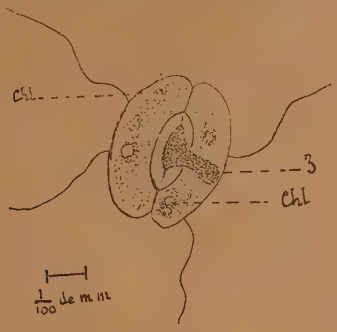
4

Fig. 3 : épiderme inférieur, 3 régions a^1, a^2, a^3, correspondent à des piqûres de pucerons.
Fig. 4 : Pénétration des bactéries par les stomates : 3, zooglée de bactéries.

Pied d'Alouette etc.), et, récemment, SIMONET (1) a cons-

(1) SIMONET Une maladie nouvelle des Delphinium. (*Revue horticole*, 405-406 16 avril 1927).

taté le même fait pour une maladie du Pied d'Alouette. Nous avons observé, sur les deux faces du limbe, encore engagées dans l'ostiole (fig. 4, 5, 6) des zooglées de Bactéries dressées perpendiculairement à la surface, flottant dans le liquide de la préparation, mais qui, normalement,



5

6

Fig. 5 : Pénétration des bactéries par les stomates ; 3, zooglée de bactéries. chl. : chloroplastes
Fig. 6 : Pénétration des bactéries par les stomates : 3, zooglée de bactéries

doivent être appliquées contre l'épiderme. Ces bactéries sont abondantes dans les cellules stomatiques où elles digèrent la plupart des chloroplastes et dans la chambre sous-stomatique ; les cellules épidermiques en contiennent normalement très peu, sauf dans le cas de blessures. Après avoir pénétré ainsi dans le limbe, les Bac-

téries progressent dans les tissus jusqu'aux nervures, envahissent toute la feuille, gagnent le pétiole ; le bourgeon terminal, le collet, qu'elles désorganisent plus ou moins, et même la partie de la racine qui lui est contigue. De là, probablement par les vaisseaux de bois, qui en sont quelquefois bourrés (fig. 7), elles passent dans les jeunes feuilles.

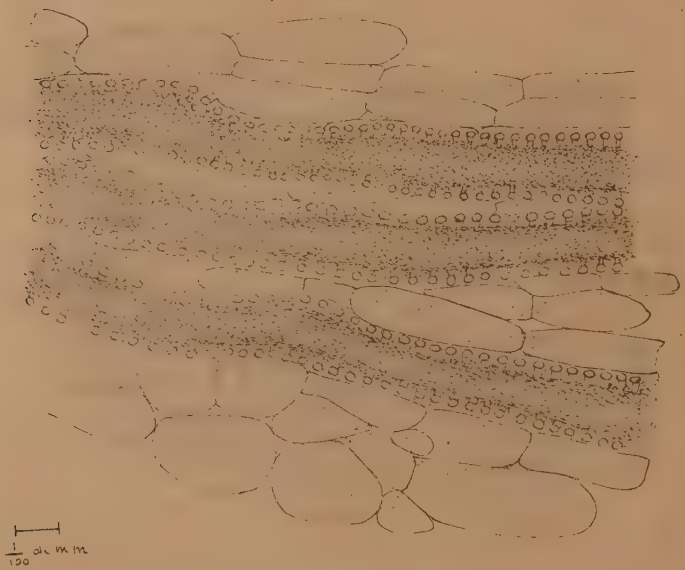


Fig. 7 : Faisceaux du collet remplis de bactéries.

Ainsi s'expliqueraient tout naturellement les symptômes et l'allure de la maladie : des bactéries saprophytes du sol, projetées par la pluie à la surface des premières feuilles appliquées sur la terre, y pénètrent par les stomates ; à la faveur de conditions météorologiques défavorables au développement de l'Épinard, conditions qui ne lui permettent pas de réagir à l'infection, ces Bactéries deviennent virulentes, parasites ; elles se multiplient dans la feuille ainsi infectée, y provoquant les symptômes

signalés précédemment et empruntant la voie que nous avons indiquée, finissent par contaminer toutes les feuilles au fur et à mesure de leur production.

Action des Bactéries sur les tissus de la feuille. — Parmi les symptômes provoqués par la présence des Bactéries

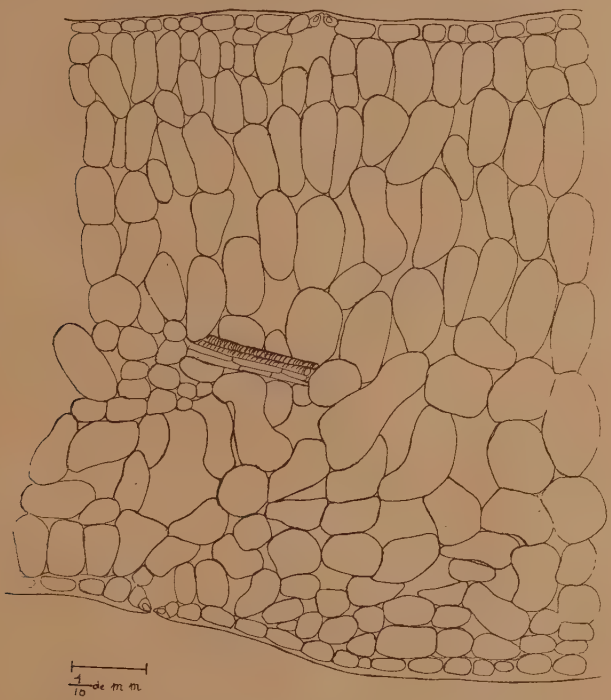


Fig. 8 : coupe transversale dans le limbe d'une feuille épaissie.

dans les feuilles, les plus frappants sont, pour les feuilles périphériques, leur décoloration et quelquefois leur épaississement.

L'épaississement résulte de l'hypertrophie des cellules,

comme l'indiquent bien les dimensions suivantes représentant l'épaisseur du limbe : (fig. 8 et 9),

Feuille saine verte.....	352 à 441 μ
Feuille malade épaissie.....	600 à 705 et 1.101 μ

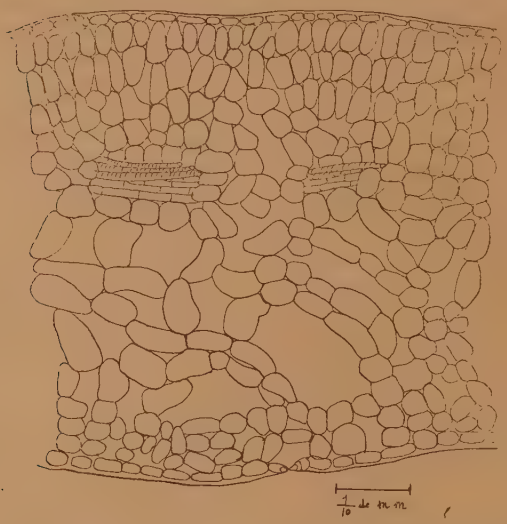


Fig. 9 : coupe transversale dans le limbe d'une feuille normale.

suivant que les mesures ont été prises à côté de la nervure principale ou à une certaine distance de celle-ci. Le nombre des assises cellulaires restant le même, les lacunes sont plus petites dans les feuilles épaissies que dans les autres par suite de l'hypertrophie des cellules.

Les Bactéries se groupent très souvent autour des chloroplastes et du noyau. Sous leur action, les chloroplastes jaunissent, se décolorent complètement en même temps qu'ils se déforment, deviennent de moins en moins nets et disparaissent (fig. 10 et 11). C'est surtout par leur action destructrice vis-à-vis de la chlorophylle que les bactéries sont nuisibles à l'épinard, qui n'assimilant plus ou n'assimilant qu'insuffisamment, ne donne que des

feuilles rabougries, des pieds restant petits, inutilisables.

Les noyaux, eux aussi, sont déformés, souvent hypertrophiés (fig. 12 et 13) :

Dimensions des noyaux sains : 8-10 μ dans la feuille
12,5 μ dans le collet

Dimensions des noyaux malades : 17-18 $\times$ 40 μ

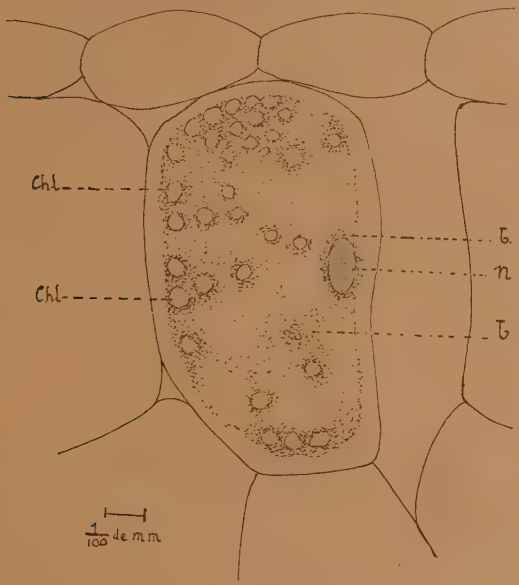


Fig. 10 : Destruction des chloroplastes par les bactéries : *n*, noyau ; *chl.* : chloroplastes ; *b.* : bactéries.

et probablement digérés par les Bactéries, car il existe des cellules entièrement vides dans les parties complètement jaunes des feuilles.

Caractères et nature des Bactéries. — Un certain nombre de cultures ont été faites, avec toutes les précautions nécessaires, sur différents milieux, au moyen de prélèvements effectués dans les tissus du limbe et du collet : elles ont toutes donné des résultats identiques.

CULTURES EN PARTANT DE PRÉLÈVEMENTS DANS LA FEUILLE

Gélatine (26 janvier au 15 février). — Liquéfaction en coupe d'abord, en cylindre ensuite ;
plus rapide en boîtes (11 jours) qu'en tubes (20 jours)
mauvaise odeur dégagée ;
voile en surface, amas blanc au fond du tube ;
liquide brun clair, trouble, devient ensuite brun foncé.

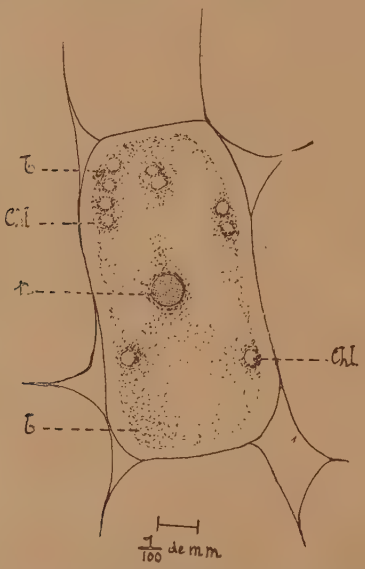


Fig. 11 : Destruction des chloroplastes par les bactéries : *n*, noyau ; *chl.*, chloroplastes ; b : bactéries.

Gélose ordinaire, ascite ou milieu G. S. P. (26 janvier au 15 février). Formation d'amas gélatineux, luisants, humides, blancs et jaunes, les premiers étant de beaucoup les plus nombreux et les plus étendus.
Aspect général mamelonné ;
Mauvaise odeur dégagée.

Jus d'épinards gélosé (5 au 15 février). — Petits amas blancs et jaunes, les premiers dominant ; aspect mamelonné.

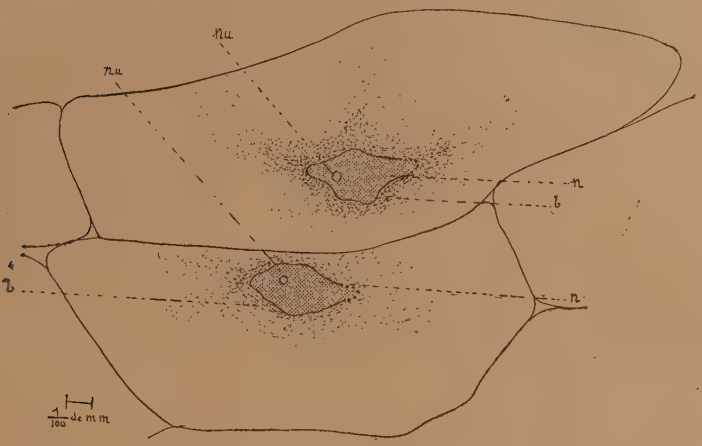
Artichaut (cœur de l'artichaut) (19 mars-7 avril). — Prend rapidement une teinte verte très foncée.

Pomme de terre (5 au 15 février). — Plages gélatineuses, luisantes, jaune clair, blanc jaunâtre et rouge carotte (les trois à la fois, ou deux, ou une seule). Le morceau de Pomme de terre brunit et diminue de volume dans la région des plages.

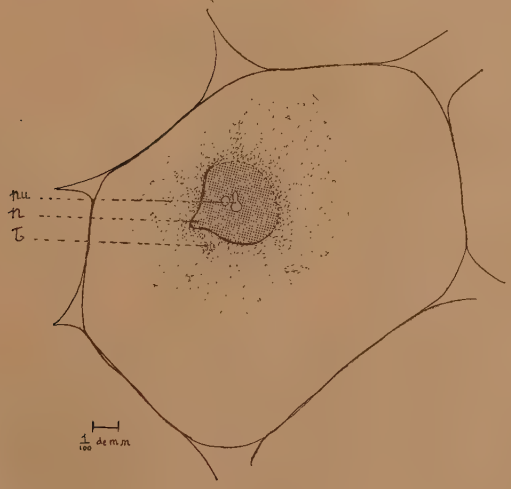
Ces amas ne se développent pas rapidement et restent localisés à la région de la piqûre.

Cette culture ne réussit pas toujours.

Carotte (7 au 26 février). — Cette culture réussit mal.



12



13

Fig. 12 et 13 : Déformation et hypertrophie des noyaux :
n, noyau *nu*, nucléole *b*, bactéries.

Amas de couleur crème ou jaune à surface mamelonnée, luisante.
Navet (19 mars au 7 avril). — Réussit mal. Sur 2 cultures, une seule a donné un résultat au bout d'un temps très long : amas gélatineux blanc un peu rosé.

Nous n'avons pas réussi à isoler, malgré des essais répétés, les amas jaunes des amas blancs.

Les Bactéries isolées de l'épinard présentent les caractères physiologiques suivants : elles ne prennent pas le Gram ; elles liquéfient la gélatine, provoquent un verdissement intense, presque noir, du cœur de l'artichaut et constituent principalement des colonies jaunes et blanches à aspect mamelonné.

Morphologiquement, elles appartiennent à plusieurs types : (Voir tableaux, p. 135 à 137).

Ces essais indiquent suffisamment que la maladie de l'Épinard est concomitante de la présence de plusieurs bactéries et non pas d'une seule. Ceci n'a rien qui doive surprendre, étant donnée leur origine aux dépens du sol où pullulent ces organismes. Nous ne savons nullement à quelles espèces elles appartiennent ; leur détermination, très difficile d'ailleurs, n'est pas de notre compétence, et nous estimons qu'elle n'apporterait pas une bien grande contribution à notre étude.

Mise en évidence du parasitisme. — Il restait à démontrer que les Bactéries que nous avons observées, tant dans les tissus des feuilles et du collet que dans nos cultures, étaient bien les agents de la maladie ; seules, des contaminations expérimentales d'Épinards sains, cultivés jusqu'alors sous châssis, à l'aide de fragments de feuilles malades ou de Bactéries en cultures pouvaient nous renseigner. Deux séries d'expériences ont été entreprises, à ce point de vue, les 4 et 6 avril 1927.

Dans une première série, les feuilles ont été piquées à l'aide d'une aiguille et sur la piqûre ont été déposés soit un petit morceau de feuille malade, soit un peu d'une culture ; dans la 2e série, nous avons simplement placé sur les feuilles un peu de culture ; les pots étaient maintenus sous cloche (voir tableaux).

Sur gélatine — Amas blanc du fond	Sur gélose — Amas blanc	Sur gélose — Amas jaune	Sur Pomme de terre — Amas blanc	Sur Pomme de terre — Amas jaune citron
Bâtonnets, moyennement colorés par violet de gentiane : 0,75 à 1,5 μ et même 1,8 μ	Bâtonnets très nombreux, colorés en rose par violet de gentiane, longueur : 0,75 à 1,3 μ Bactéries ovoïdes, violet foncé par violet de gentiane ; longueur : 0,40 μ.	Bâtonnets très colorés, plus courts et plus larges que ceux des amas blancs	Bactéries ovoïdes très vivement colorées. Longueur : 0,80 μ.	Bactéries ovoïdes très colorées, en petits chapelets de 3 à 4 μ.

Par dépôt	Épinard de Hollande		Épinard de Viroflay		Témoin
	Pot AI	Pot BI	Pot CI	Pot DI	
6 avril.....	Par culture sur gélose face supérieure	Par culture sur artichaut face supérieure.	Par culture sur gélose face inférieure.	Par culture sur artichaut face inférieure.	
11 avril.....	Légère décoloration autour du dépôt.	Rien de net.	Comme AI; feuilles du centre se crispent et se cloquent.	Feuilles du centre se cloquent au point de dépôt.	
15 avril.....	Feuillage vert jaunâtre au voisinage du point de dépôt.	Très légère décoloration jaunâtre.	Comme AI.	Coloration vert jaunâtre avec marbrures plus claires; feuilles du centre déformées, raides.	
2 mai.....	1re feuille jaunâtre avec plaques plus pâles; 2e et 3e vert-jaunâtre; les suivantes aussi, mais moins; grappe à peine visible.	1re feuille sèche, la 2e, sèche à la pointe reste jaune; 3e et 4e, jaunes; les suivantes vert-jaune avec plaques plus pâles; grappe se forme. Toutes les feuilles plus petites que celles du témoin, et cependant, sa végétation est beaucoup plus avancée. *Le plus malade*	1re feuille jaune demi sèche; 2e et 3e vert-jaune charnues; les suivantes un peu moins vertes que celles du témoin; grappe pas encore visible.	Deux 1res feuilles petites, jaunes, demi sèches, les autres vert plus ou moins pâle, cloquées; grappe pas encore visible. *Pied très petit*	Feuilles bien vertes grappe bien visible.

Par piqûres	Epinard de Hollande		Epinard de Viroflay		Témoin
	Pot A	Pot B	Pot C	Pot D	
4 avril.....	Inoculation avec feuille malade.	Inoculation avec culture sur gélose.	Inoculation avec culture sur artichaut.	Inoculation avec feuille malade.	
11 avril.....	Légère décoloration générale avec tendance à marbrures; bord des blessures légèrement jaunâtre ; 3 feuilles moyennes se cloquent.	Léger jaunissement sur les bords de la blessure dans la plus grande feuille.	Rien de net.	Teinte vert jaunâtre générale avec tendance à marbrures, feuilles du centre commencent à se cloquer.	
15 avril.....	Teinte générale vert-jaunâtre avec marbrures plus claires; bord des blessures jaune ; feuilles moyennes se frisent, sont rigides.	Teinte vert jaunâtre, moins prononcée que dans A ; feuilles du centre boursouflées ; crispées.	Teinte vert jaunâtre avec début de marbrures ; feuilles moyennes un peu déformées.	Teinte vert jaunâtre très prononcée ; 2 feuilles moyennes ont des marbrures plus claires et s'épaississent; feuilles du centre un peu frisées.	
2 mai.....	Symptômes peu nets; pied assez développé, mais pas encore d'inflorescence.	Deux 1res feuilles jaunes, 3e jaunâtre, les autres vertes, gaufrées; pied assez développé mais pas encore d'inflorescence.	Symptômes peu nets feuilles simplement un peu moins vertes que celles du témoin ; pas encore d'inflorescence.	Symptômes peu nets feuilles très légèrement vert jaunâtre; pas encore d'inflorescence.	Comme précédemment.

Une expérience de contamination naturelle confirme entièrement les inoculations artificielles. Un pot contenant un Épinard sain, ayant germé sous chassis, a été placé le 4 avril à côté d'Épinards malades après avoir été saupoudré d'un peu de terre de cultures malades ; le 24 avril, les feuilles externes sont jaunes, cloquées, et leur examen microscopique indique la présence de Bactéries dans les cellules.

L'examen microscopique, dans l'eau distillée, de coupes faites dans les deux premières feuilles, entièrement jaunes, récoltées, le 23 avril, sur le pot D I, montre très nettement dans les cellules l'existence de nombreuses bactéries très mobiles agglomérées autour des chloroplastes en voie de disparition plus ou moins avancée. La contamination par dépôt semble avoir été plus efficace que l'inoculation par piqûre ; les symptômes de la maladie, au début moins manifestes, sont plus accentués et indiquent nettement que la pénétration normale des bactéries se fait par les stomates. Il n'est pas sans intérêt de souligner les résultats de l'infection par dépôt chez l'Epinard de Hollande et l'Epinard de Viroflay. La première variété accuse des symptômes beaucoup plus nets que la 2e (Pots A I et B I), soit qu'elle soit plus sensible soit, plus vraisemblablement, que la pénétration par la face supérieure des feuilles amène vite les bactéries dans les cellules du tissu palissadique où elles trouvent un aliment abondant qui leur permet de se multiplier activement et de se répandre rapidement. A noter aussi l'avance de la végétation, la précocité du pied B I, dont l'inflorescence est beaucoup mieux formée que celle du témoin. Ceci n'a rien de paradoxal, si l'on veut bien admettre que, par la destruction de toutes les substances contenues dans les cellules (protoplasme, noyau, chloroplastes), ce qui explique déjà l'hypertrophie des tissus de la feuille par le simple jeu de la pression osmotique, les bactéries mettent à la disposition de la plante des matières que celle-ci utilise prématurément pour l'édification des organes reproducteurs, dont la production normale consiste dans une

consommation des matériaux fabriqués par les organes végétatifs.

Quant à l'Epinard de Viroflay, il a réagi d'une autre

Photographie prise le 5 mai, montrant les résultats de la contamination par dépôt de culture de Bactéries à la surface des feuilles, le 6 avril. Dans le témoin quelques feuilles ont été fassées accidentellement.

façon vis-à-vis des Bactéries, peut-être par suite d'une sensibilité moindre, ou parce que, à la suite de la pénétration par la face inférieure des feuilles, l'évolution du

mal est moins rapide que lorsqu'elle se fait par la face supérieure.

Enfin, dans nos expériences de contamination par piqûre, les symptômes de la maladie sont beaucoup moins nets que par dépôt, peut-être par suite de la formation de la part des tissus blessés d'un tissu de protection, de défense.

Convaincus que les Bactéries observées dans les tissus des épinards étaient les agents du mal, nous avons pu reproduire expérimentalement les caractères de la maladie qu'elles provoquent dans les conditions naturelles. Nous avons démontré également que leur pénétration normale se faisait par les stomates, ce qui expliquerait la généralité de l'infection dans les cultures.

Moyens de lutte. — La lutte est difficile, étant donné que les Bactéries coupables proviennent du sol où elles pullulent. Il ne faut pas songer à utiliser sur l'Epinard un traitement bactéricide, les feuilles servant à la consommation ne pouvant être aspergées à l'aide d'une solution toxique, qui serait, d'ailleurs, sans effet dès que les Bactéries sont installées dans les tissus. Il reste la désinfection du sol au sulfure de carbone ou au formol ; l'efficacité du 1er vis-à-vis des Bactéries est très discutée, et, de plus, son emploi, qui exige des pals infecteurs, est peu pratique et ne pourrait se concevoir que sur une toute petite surface. L'utilisation du formol semblerait plus efficace et plus praticable ; la méthode suivante, qui a donné de bons résultats pour les champignons, pourrait être expérimentée : la terre, très meuble, avant la plantation, est arrosée, en deux fois, à l'aide d'une solution à 2,5 % de formol (1 litre de formol pour 40 litres d'eau), à raison de 10 litres par mètre carré ; couvrir la terre pendant 2 jours de façon à retarder l'évaporation et la laisser s'évaporer 8 à 10 jours avant le semis.

Quelques précautions culturales sont susceptibles de réduire l'intensité de la maladie : la destruction par le feu de tous les épinards malades, qui, finissant par pourrir sur le sol, constituent d'excellents milieux de culture pour

les Bactéries ; l'acidification du sol aurait le double avantage de rendre le milieu naturel où vivent les Bactéries défavorable à leur développement et d'accroître l'acidité cellulaire, ce qui permettrait probablement à la plante de se défendre, de réagir contre leur invasion ; mais il faudrait se rendre compte, au préalable, si cette acidification du sol n'aurait pas le grave inconvénient de nuire à la végétation de l'épinard. Ce ne sont là que des suggestions que nous n'avons pas eu le temps de soumettre à l'expérience, estimant utile de faire connaître dès maintenant les résultats de nos observations.

Du rôle des vitamines chez les végétaux verts

par N. BEZSSONOFF

On est en droit de supposer que des maladies de carence existent aussi chez les végétaux. En effet M. Gabriel Bertrand a créé la notion des infiniments petits biochimiques indispensables à la vie d'un animal et d'une plante. Ses recherches ainsi que celles de M.M. Javilliers, Mazé et d'autres auteurs ont montré le rôle physiologique important que jouent certaines substances minérales (Mn, Zn, Fl, I, F) présentes, en quantités infimes, dans le milieu nutritif. L'intérêt que présentent ces observations pour l'agriculture et la phytopathologie est évident. Néanmoins nous ne nous occuperons pas de ce genre de carence non plus que de l'action attribué à des substances telles que le Bios de Wildier (1901), les Oxymones, les Humates. Notre but est de rechercher l'intérêt que peuvent avoir pour la phytopathologie, d'autres infiniments petits biochimiques : Les Vitamines.

La plante a-t-elle besoin de la présence des vitamines dans son milieu nutritif pour se développer normalement ? Si cette présence se révèle inutile et si les Vitamines se trouvant à l'intérieur du tissu végétal sont élaborées à partir d'aliment non vitaminés, dans quel but s'effectue cette synthèse ? A quel besoin de la plante correspond la présence constante des vitamines à l'intérieur de ses tissus ?

Les végétaux verts semblent pouvoir se développer et se reproduire en l'absence de toutes vitamines dans leur milieu nutritif. Des algues vertes (*Nitschia closterium*, Jameson, Drummond et Coward, 1922, et Chlo-

rella spec., Coward, 1925), cultivées sur un milieu minéral et éprouvées sur rat se montrèrent riches en Vitamine A, facteur de croissance soluble dans les graisses. En ce qui concerne les végétaux supérieurs les données, assez nombreuses de cultures en conditions aseptiques sur milieu minéral, ont montrées que le développement de ces plantes jusqu'à maturité s'effectuait très bien en l'absence de vitamines dans le milieu. Expériences de M. Mazé (1914-19) sur le Maïs et d'autres auteurs. Donc la présence des vitamines dans le milieu nutritif de la plante ne lui est pas nécessaire. Il reste à examiner l'influence possible des vitamines élaborées par la plante à l'intérieur de ses tissus, sur la marche des processus vitaux. Cette influence peut être très diverse, nous nous limiterons à examiner celle qui peut être mise en liaison avec la fonction chlorophyllienne et par suite avec l'apparition de certaines chloroses. Une brève analyse concernant les vitamines connues nous montrera s'il en existe une susceptible d'influencer la fonction photochlorophyllienne.

Vitamine B, facteur de croissance soluble dans l'eau, facteur anti-neuritique

Il est difficile actuellement de mentionner la Vit. B sans réserve spéciale concernant sa nature complexe. En 1919, Mitchell conclut à l'existence de deux substances, l'une antineuritique, l'autre facteur de croissance soluble dans l'eau, réunies sous le terme connu de Vit. B. Depuis diverses observations paraissent confirmer cette conclusion (Emett et Luros (1920), Funk et Dubin (1920-21), Heaton (1922), Wollman et Vagliano (1923). Enfin Scotti-Foglieni (1925 et 26) et surtout Hauge et Carrick (1926) semblent avoir apportés des preuves expérimentales directes en sa faveur. Les deux facteurs B ayant été toujours trouvés en mélange dans les milieux naturels, nous les désignerons du terme commun Vit. B. L'enveloppe des graines non germées est particulièrement riche en cette vitamine. Sa teneur en B diminue aussitôt.

Après germination (Osborne et Mendel (1919-20) et autres auteurs). Les parties vertes des plantes ont une teneur faible, mais certaine en Vitamine B. D'autre part les levures en contiennent aussi. Sa présence dans les tissus d'un Hyménomycète, *Psalliota campestris*, fut également observée (Orton, Mc Collum et Simmonds (1922). Si cela ne permet pas de conclure à la non intervention de la Vit. B dans la fonction Chlorophyllienne, rien n'indique qu'une telle intervention existe.

Vitamine C, antiscorbutique, facteur soluble dans l'eau

A l'inverse de la Vit. B elle est absente dans les graines et apparaît dans les jeunes plantules au 3-5 jour après leur germination (A. Holst et Frolich (1912), Weill et Mouriquand (1919). Les champignons en sont dépourvus. Les feuilles riches en chlorophylle semblent en contenir plus que les feuilles étiolées de la même plante. Mais la Vitamine C se rencontre aussi dans telle partie des végétaux qui ne prennent aucune part directe à la photosynthèse : tubercule de la Pomme de terre, Carottes, Betteraves. D'après Zilva, les solutions riches en Vit. C se montrent résistantes à l'action intense de la lumière (lampe de quartz). De même que pour la Vit. B, nous ne pouvons découvrir actuellement aucun indice certain de la participation à l'activité chlorophyllienne de la Vit. C. Remarquons toutefois qu'elle paraît plus probable que dans le cas de la Vit. B.

Vitamine liposoluble E (Evans et Bichop, 1922, Sure 1923-5-6)

Son absence dans la nourriture des animaux détermine l'arrêt de la reproduction. Cette vitamine complexe (1)

(1) M. Mazé (1925) a prouvé la nécessité de la présence du Fl dans l'alimentation du Rat pour assurer la reproduction. Ceci est confirmé par Sure (1927). Mais l'influence exercée par la vitamine complexe E, facteur organique, se révèle indépendante de celle due au Fl. N. B.

ne fut jusqu'à présent mise en évidence que dans l'huile fraîchement extraite de quelques graines, Blé, Maïs. Les feuilles vertes des phénorgames et l'huile de foie de morue en sont privées. Tout ceci ne permet pas de démontrer une influence directe de la Vit. E sur la fonction chlorophyllienne.

Vitamine D, facteur antirachitique, vitamine liposoluble

L'action antirachitique exercée par certaines substances riches en Vit. D, telles l'huile de foie de morue, le jaune d'œuf, etc., peut être remplacée par celle des rayons ultra-violets. Des lipides d'origine animale et végétale, les cholestérines et les phytostérines, inactifs par eux-mêmes, deviennent antirachitiques après avoir été irradiés par les rayons ultra-violets (Steenbock et Black, 1925 ; Hess, Weinstock et Helman, 1925 ; Rosenheim et Webster, 1925). Une irradiation trop prolongée, 5 heures environ, détruit la faculté antirachitique premièrement acquise. Les cholestrines et phytostérines obtenues à l'état de grande pureté par des procédés chimiques spéciaux, cessent d'absorber les rayons ultra-violets et ceux-ci sont alors incapables de les rendre antirachitiques (Rosenheim et Webster, 1926-7 (1) (2) ; Windaus et Hess, 1927). Les stérines si l'on se contente de les purifier par cristallisation, même répétée, retiennent une impureté, la provitamine D, qui en absorbant les rayons ultra-violets se transforme en Vit. D. La zone d'absorption se trouve entre 269 μ et 310 μ donc dans la région invisible du spectre (Heilbron, Kamm et Morton, 1927 ; Rosenheim et Webster, 1927 (2)). Les études chimiques, spectrographiques et les épreuves sur animaux tendent à prouver que cette provitamine serait l'ergostérine de Tanret (1908). Remarquons que l'ergostérine se rencontre aussi dans des levures (Smedley, Mc Lean et Thomas (1920), Windaus et Grosskopf (1922). Mais les expériences de Rosenheim et Webster (1927, (2) furent faites avec une ergostérine extraite de l'ergot. Eprouvée sur Rats rachitiques, elle se montra

après irradiation pleinement efficace à des doses journalières de 1/10.000 de mgr. ; la dose insuffisante semblait être au-dessous de 1/50.000 de mgr. Quelle que soit la nature exacte de la provitamine D notons qu'elle se rencontre aussi dans des corps autres que les lipides. D'après Hess et Weinstock (1925), la farine de Blé, après irradiation, acquiert des propriétés antirachitiques, de même la dextrine. Toutefois Dutscher et Kruger (1926), ont montré que la dextrine extraite du Maïs, irradiée dans des conditions strictement pareilles que pour l'huile de Maïs, se révèla 36 fois plus faible en Vit. D que cette dernière. Cette donnée tend à confirmer la nature lipique de la Vit. D. On voit combien diverses sont les substances végétales pouvant contenir la provitamine D. Les graines semblent être généralement privées d'action antirachitique. Les parties vertes des plantes en possèdent une très faible. Les premiers essais sur Rats de la valeur antirachitique des feuilles d'Epinards (Zucker et Barnet (1923) ; Mc Clendon et Cluck (1923) furent négatifs. Roscoe (1927) montra qu'en été ces feuilles contiennent une petite quantité de Vit. D. L'auteur le prouva sur des Lapins qui absorbaient une ration contenant 25 % de son poids en feuilles d'Epinards. Les Rats se refusaient absorber une ration en contenant plus de 10 % en poids, dose qui se révèla insuffisante. Cependant Chick et Roscoe (1926) et Roscoe (1927) ont pu remarquer que les feuilles d'Epinards irradiés aux rayons ultra-violets exerçaient sur les Rats un pouvoir antirachitique tout à fait notable. D'autre part Hess et Weinstock (1924-5) avaient déjà constaté que les feuilles vertes de Blé et de Laitue qui ne possèdent par elles-mêmes qu'un pouvoir antirachitique insignifiant en acquerraient un très net après irradiation, et le conservaient 3 jours durant. L'irradiation ultra-violette semble communiquer un égal pouvoir antirachitique aussi bien aux feuilles vertes (Laitue, Blé) qu'à celles étiolées (Hess et Weinstock (1925). Enfin d'après Chick et Roscoe (1926) la quantité de lumière solaire reçue par les feuilles vertes n'influe pas sur leur teneur en Vit. D. Des feuilles d'Epinards cueillies

au milieu de la journée et le soir furent éprouvées parallèlement sans montrer aucune différence.

Résumons : Une substance probablement proche de l'ergosterine se transforme, en absorbant les rayons ultraviolets, en Vit. D. Cette substance est répandue dans divers tissus végétaux ; elle abonde dans les graisses végétales, elle accompagne aussi les dextrines. Elle paraît également se trouver dans des ascomycètes très différents : Ergots, levures. L'insolation ne semble pas influer sur la faible teneur en Vit. D. des feuilles vertes, par contre elle augmente sous l'action des rayons ultra-violets. Cette augmentation est la même pour les feuilles vertes et étiolées. On voit donc qu'il n'existe actuellement aucun indice précis de l'influence exercée par la Vit. D sur l'action chlorophyllienne.

Vitamine A, facteur de croissance, facteur antixerophtalmique, vitamine liposoluble

Cette vitamine paraît être la seule susceptible d'exercer une influence directe sur la fonction chlorophyllienne, aussi il semble utile de noter quelques données concernant sa nature chimique. De même que la Vit. C, la Vit. A est une substance réductrice. Elle n'appartient pas aux lipides saponifiables. D'après Takahashi, Makamiya et Kitasato (1925), Drummond, Channon et Coward (1925), Drummond et Coward (1926), sa molécule serait uniquement composée d'Hydrogène, d'Oxygène et de Carbone. Son poids serait d'après les premiers 375 et de 300 d'après les seconds. Pour la formule structurale, les auteurs se trouvent en désaccord. Les réactions colorées de la Vit. A provoquées par l'acide sulfurique concentré, le sulfate de méthyle, l'anhydride phosphorique, le trichlorure d'arsenic, le trichlorure d'antimoine, l'acide monomolybdophosphatungstique, etc... (Drummond et Watson (1922), Carr et Price (1926), Bezssonoff (1924) caractérisent également les carottines. La seule différence est que les réactions colorées de la vitamine défleurissent, tandis que celles de la carottine sont stables (Rosenheim et

Drummond, 1925). La Vit. A n'étant pas une carottine, semblerait donc avoir des caractères chimiques communs avec ces lipochromes qui sont aussi des composés ternaires. La Vit. A est absente dans la plupart des graisses (Coward et Drummond, 1921). Les grains de Blé (Mc Collum et Davis, 1915), les grains de Maïs à chair jaune et le Millet, à endosperme jaune en contiennent également quoique leur teneur en Vit. A est très variable (Steenbock, Sell et Nelson, 1923). La Vit. A des graines de Blé se trouve concentrée dans le germe, par contre le germe des graines de Maïs jaune et de Millet en sont dépourvus et dans ce cas elle paraît se trouver exclusivement dans l'endosperme coloré de ces graines (Steenbock et Coward, 1927). Ainsi les graines, organes végétaux privés de chlorophylle ne contiennent qu'incidemment la Vit. A. Par contre elle se trouve dans toutes les parties vertes des végétaux mais en quantité très variable. Parmi les végétaux dont les feuilles sont les plus riches en Vit. A citons d'après Quinn et Milner (1927), l'Epinard qui en possède le plus, ensuite la Laitue et le Chou. La richesse en Vitamine A du même végétal, cultivé au cours de deux années différentes peut varier du simple au double. Cependant d'après Quinn et Milner et d'autres auteurs il n'existe pas de telles variations dans la teneur du même végétal en Vitamines B et C. Ces variations sont-elles liées avec celles de la teneur en Chlorophylle ? Stéphenson (1920) a mesuré et trouvé proportionnelle la richesse en Vit. A et celle en chlorophylle des feuilles d'un même Chou (feuilles étiolées du milieu et feuilles vertes de l'enveloppe). Cependant la Vit. A n'est pas identique à la chlorophylle. Des parties végétales ne contenant pas de chlorophylle, mais riches en carottines, telles les Tomates, les Carottes, contiennent beaucoup de Vit. A (Osborne et Mendel, 1920, Steenbock, Sell et Buell, 1921, Steenbock et Sell, 1922). Soumettant la Carotte à l'extraction par l'éther de pétrole Wilson (1922) a pu obtenir après filtrations spéciales des préparations incolores riches en Vit. A. Donc la Vit. A n'est pas non plus une carottine. Ceci est

confirmé par Zilva (1920), Rosenheim et Drummond (1920), Steenbock, Sell et Buelle (1921). Elle ne paraît pas non plus être un dérivé de la chlorophylle ; la Xantophylle est privée de Vit. A (Willimot et Moore, 1927). Le phytol, alcool incolore qui entre dans la composition de la chlorophylle n'en possède également pas (MM. Javillier, Baude et Mlle Lévy-Lajeunesse, 1925). Mais sans être la chlorophylle ou un des pigments qui l'accompagne, la Vit. A pourrait s'élaborer au cours de la photosynthèse qui a lieu en leur présence. D'après Stephenson (1920), Coward et Drummond (1921), la formation de la Vit. A dépendrait directement de la photosynthèse, les feuilles étiolées en seraient dépourvues, elle se formerait dans les feuilles vertes du même végétal. Par contre, d'après Wilson (1922), les pousses étiolées du Froment en contiennent. En définitive on a pu prouver (Coward, 1927) que les pousses étiolées qui les premiers deux jours sont totalement privées de Vit. A, en acquièrent au cours des dix jours suivants, quoique les graines qui ont donné naissance à ces pousses étaient soit totalement privées de Vit. A (Maïs blanc) ou en contenaient très peu (Blé). Quand des pousses sont éclairées par une lampe ordinaire de 32 bougies, 3 jours durant, 10 heures chaque fois (pousses de tournesols) leur teneur en Vit. A augmente en de grande proportions (Coward, 1923), de même si l'on recourt à l'éclairage à la lampe de quartz (pousses de Blés et de Maïs, éclairés 4 jours, 4 heures chaque fois (Coward, 1927). Si l'on interpose un écran qui intercepte les rayons ultra-violets émis par la lampe de quartz, jusqu'à la longueur 365 $\mu\mu$ l'effet reste le même. Ceci s'accorde avec les résultats de l'expérience exécutée en employant la lampe électrique ordinaire. La formation de la Vit. A dans la plante précède donc l'apparition de l'activité photosynthétique, mais est puissamment intensifiée par l'action de la lumière. Cette action stimulante est due aux rayons de la portion visible du spectre. Il est à remarquer que quand on opère *in vitro* avec des solutions de Vit. A la lumière peut favoriser sa destruction. Peacocks (1926), Willimot, Moore et Wokes

(1926), ont montré que la Vit. A de l'huile de Foie de Morue disparaît après l'action intense de l'éclairage à la lampe de quartz. Ils ont attribués cet effet à l'action des rayons ultra-violets quoique rien ne fut fait pour éliminer les rayons de plus grande longueur d'onde. J'ai pu constater (1) que cette destruction est due non aux rayons ultra-violets, mais à ceux de la partie visible du spectre, comprise entre les longueurs d'onde de 430 $\mu\mu$ env. à 550 $\mu\mu$ environ (du bleu au vert). Des préparations de Vit. A obtenues à partir du Chou et de la Tomate éprouvées sur Souris et donnant toutes les réactions typiques de la Vit. A furent conservées, en solution dans l'éther de pétrole, dans des flacons en verre blanc et en verre jaune. Exposées, en été, à la lumière diffuse du jour les préparations conservées dans le verre jaune variaient peu en leur teneur en vitamine, celle-ci cependant tombait à 2/3 environ, après 5 jours de conservation dans des fioles en verre blanc. Cependant la Vit. A contenue dans l'huile de foie de morue se montrait de beaucoup plus résistante, cette résistance disparût après que l'huile fut diluée à 1/5 par l'éther de pétrole. Il semble donc que la Vit. A est activée dans sa formation et aussi dans sa destruction par les rayons appartenant à la région visible du spectre. On voit, de plus, que la nature du solvant, peut-être même les différences en concentration dans le même solvant, influent sur sa sensibilité à l'action de la lumière. On ne possède aucune donnée expérimentale directe concernant l'utilisation de la Vit. A par les tissus végétaux au cours de la photosynthèse ; mais par contre on a pu prouver qu'elle ne trouve aucun emploi dans les processus biochimiques se passant dans une plante conservée dans l'obscurité. En effet les feuilles des plantes conservées 14 jours dans l'obscurité et aussi les feuilles d'automne jaunies mais non desséchées ont la même teneur en Vit. A qu'elles possédaient quand elles étaient vertes (Coward, 1925). D'autre part on sait que les extraits obtenus en traitant les plantes vertes par l'alccool éthylique, contiennent

(1) Expériences non publiées. N. B.

une chlorophylle (1) instable même sous l'action de la lumière diffuse. En extrayant les feuilles à l'alcool on entraîne, hormis la chlorophylle, différents lipides et aussi la Vit. A. D'ailleurs d'après Stern (1920-1 et 2) la chlorophylle à l'intérieur du tissu végétal se trouve toujours en solution moléculaire dans des lipides. Lubimenko (1921) prétend que dans le cas particulier de l'*Aspidistria elatior* la chlorophylle se laisse extraire par l'eau ce qui conduit à supposer que les moyens mécaniques employés par lui permettaient de séparer la chlorophylle de son solvant lipique. Les extraits aqueux de la chlorophylle obtenus ainsi par Lubimenko se distinguent par leur résistance à l'action de la lumière. D'autre part j'ai pu obtenir des solutions de chlorophylle stables à la lumière, extraites du Chou, en opérant comme suit : Le jus extrait par broyage est mélangé avec de l'acétate neutre de plomb. Le précipité qui se forme contient toute la chlorophylle et la Vit. A. Ce précipité séché à l'obscurité dans le vide sulfurique, broyé en poudre est extrait à l'éther de pétrole. La Vit. A passe dans l'extrait, la chlorophylle reste liée au précipité. Après extractions répétées, le précipité est traité par l'alcool éthylique ou l'acide acétique glacial, la chlorophylle passe en solution. Ensuite des traitements répétés à l'éther de pétrole et à l'alcool conduisent à une solution de chlorophylle exempte de plomb et stable à la lumière. Ainsi de même que pour la chlorophylle de Lubimenko l'obtention de chlorophyllides relativement stables à la lumière semble être subordonnée à la séparation des lipides. Ceci ne suffit pas à prouver que c'est la Vit. A et non un autre lipide qui joue un rôle de sensibilisateur. Mais si l'on se rappelle que la Vit. A, elle-même, est sensible aux rayons qui déterminent la photosynthèse chlorophyllienne, une telle supposition gagne en probabilité.

Résumons les indices concernant le rôle probable joué par la Vit. A dans la photosynthèse chlorophyllienne :

(1) L'éthyl-chlorophyllide de Willdstatter. N. B.

1° La Vit. A n'est ni la chlorophylle ni un des pigments qui accompagnent cette dernière ;

2° La chlorophylle débarassée des lipides qui l'accompagnent, parmi lesquels se trouve la Vitamine A, acquiert une grande stabilité par rapport à l'action de la lumière ;

3° La vitamine A apparaît dans les plantules développées dans l'obscurité ;

4° L'action des rayons de la région visible du spectre (rayons qui opèrent dans la photosynthèse chlorophyllienne) intensifie la production de la Vitamine A par le tissu végétal. Les feuilles de la même plante (tête de Chou) sont d'autant plus riches en Vitamine A qu'elles le sont en chlorophylle ;

5° Dans certaines conditions *in vitro* on observe la destruction de la Vitamine A par les rayons bleus du spectre visible ;

6° La nature du solvant de la Vitamine A exerce une grande influence sur la vitesse de sa destruction ;

7° En l'absence de la lumière la Vitamine A présente dans les tissus végétaux se conserve non utilisée ;

8° La Vit. A est une substance réductrice et la majorité des réactions qui caractérisent la photosynthèse sont des réductions.

On en peut conclure que la vitamine A se forme dans la plante indépendamment de la photosynthèse. Elle serait un précurseur de la chlorophylle. Néanmoins les rayons de la région visible du spectre qui déterminent la formation de la chlorophylle (Schmidt, 1914 et Lubimenko, 1916) et la photosynthèse chlorophyllienne peuvent suivant les conditions données soit activer la formation, soit la destruction de la Vitanime A. Il apparaît donc que la Vit. A intervient dans les réactions déclanchées par la photosynthèse. Le fait que la nature du solvant exerce une grande influence sur la sensibilité de la Vitamine A à la lumière, indique combien variable peut être cette intervention. Quant à la nature même d'une telle action, une des données (2) semble favorable à la supposition que la Vitamine A est un sensibilisateur de la chlorophylle. Tout cela nous amène à supposer que

ce n'est pas, comme on l'a d'abord pensé, la chlorophylle qui est indispensable à la Vitamine A, mais que c'est la Vitamine A qui pourrait être nécessaire à l'activité chlorophyllienne. On comprend que c'est justement la seconde formule qui peut présenter un certain intérêt pour la phytopathologie. En effet si la supposition qui vient d'être émise était prouvée définitivement on pourrait expliquer certaines chloroses par une production insuffisante de Vit. A. Les recherches consacrées à la preuve définitive de l'existence d'un rapport direct entre la teneur en Vit. A et celle de la chlorophylle d'un tissu normal, fournirait en même temps la base d'une telle explication. Des estimations de la teneur en Vit. A des feuilles chlorotiques et vertes d'une même plante peuvent facilement être faites appliquant la technique suivante (1): 40 centimètres cubes de suc, obtenu par broyage des feuilles à la machine à hacher, sont mélangés avec 16 centimètres cubes d'une solution d'acétate neutre de plomb à 8 %. Le précipité est filtré, lavé par 20 centimètres cubes d'eau et séché dans le vide sulfurique (le dessicateur étant mis à l'abri de la lumière). On obtient environ 0,2 gr. de pté ; broyé en poudre il est mis dans un flacon jaune rodé, additionné d'éther de pétrole et abandonné pendant 24 heures. La Chlorophylle reste liée au précipité, la Vit. A passe dans la solution. On décante les extraits et on procède aux estimations colorimétriques de leur teneur en Vit. A. Pour cela on utilise l'acide monomolybdophosphotungstique dont la préparation est très simple (Bezssonoff, 1926). 3 grammes de cristaux de cet acide sont dissous dans 100 centimètres cubes d'acide sulfurique à 5 % (employant de l'eau redistillée sur permanganate). Pour l'essai colorimétrique on décante dans des tubes à essais par 2 centimètres cubes d'extrait dans l'éther de pétrole ; on ajoute par tube 3 centimètres cubes d'eau et 1 centimètre cube de réactif. Après secouage énergique des tubes, apparaît la réaction verte virant dans le violet. Si la quantité de réactif est insuffisante il appa-

(1) Non publiée. N. B.

raît une coloration verte, dans la couche d'éther. La coloration violette diffuse dans la couche aqueuse. Dans ce cas on répète la mesure en employant le réactif pris à une plus grande concentration (ne pas faire attention aux traces de couleur verte à l'endroit de séparation des couches éther-eau). Les mesures colorimétriques se font dans les 20 à 40 minutes qui suivent la réaction. Pour les faire on compare l'intensité de la coloration violette qui apparaît dans la couche inférieure aqueuse. On peut se débarrasser du trouble résultant de l'émulsion en ajoutant dans chaque tube 0,5 cc. d'alcool amylique. Comme étalon de comparaison on se sert d'une solution d'hydroquinone contenant pour chaque 10 milligrammes d'hydroquinone, 150 milligrammes, en cristaux de réactif.

(*Laboratoire de chimie biologique de Colombes*).

Bibliographie

Bezssonoff : Comptes-rendus Acad. Sc., 1924, t. CLXXIX, p. 572.
Bezssonoff : Compte-rendus Acad. Sc., 1926, t. CLXXXII, p. 1223.
Carr et Price *Bioch. Journ.*, 1926, t. XX, p. 497.
Coward : *Bioch. Jour.*, 1923, t. XVII, p. 134.
Coward : *Bioch. Journ.*, 1925, t. XIX, p. 240.
Coward : *Bioch. Journ.*, 1925, t. XIX, p. 500.
Coward : *Journ. Biol. Chem.*, 1927, t. LXXII, p. 781.
Coward et Druminond : *Bioch. Jour.*, 1921, t. XV, p. 536.
Chick et Roscoë : *Bioch. Journ.*, 1926, t. XX, p. 137.
Drummond et Watson : *Analyst*, 1922, t. XLVII, p. 237.
Drummond, Channon et Coward : *Bioch. Jour.*, 1925, t. XIX, 1047.
Drummond et Channon : *Proc. Ann. S. Journ. Biol. Chem.*, 1926, t. LXVII, p. iii.
Dutcher et Kruger : *Journ. Biol. Chem.*, 1926, t. LXIX, p. 277.
Emmet et Luros : *Journ., Biol. Chem.*, 1920, t. XXXXIII, p. 265.
Emmet et Stockholm : *Journ. Biol. Chem.*, 1920, t. XLIII.
Evans et Bischop : *Journ. Biol. Chem.*, 1922, t. LVI, p. 650.
Funk et Dubin : *Proc. Soc. exp. biol. med.*, 1920, t. XVII, p. 175.
Funk et Dubin : *Proc. Soc. exp. biol. med.*, 1921, t. XIX, p. 15.
Goy : *C. R. Ac. Sc.*, 1921, t. CLXXII, p. 242.
Hauge et Carrick : *Journ. Biol. Chem.*, 1926, t. LXIX, p. 403.
Heaton : *Bioch. Journ.*, 1922, t. XVI, p. 800.
Heilbron, Kamm et Morton : *Bioch. Journ.*, 1927, t. XXI, p. 68.
Heller : *Journ. Biol. Chem.*, 1923, t. LV, p. 385.
Hess et Weinstock : *Journ. Biol. Chem.*, 1924, t. LXII, p. 301.
Hess et Weinstock : *Journ. Biol. Chem.*, 1925, t. LXIII, p. 297.
Hess, Weinstock et Helman : *Jour. Biol. Chem.*, 1925, t. LXIII, p. 305.
Holst et Frölich : *Zsch. f. Hyg.*, 1912, t. LXXII, p. 1.
Jameson, Drummond et Coward : *Bioch. Journ.*, 1922, t. XVI.
Javillier, Baudé et Mlle Levy-Lajeunesse : *Bull. Soc. Ch. Biol.*, 1925, t. VII, p. 39.

Labimenko : *Mém. Ac. Sc. Russe*, 1916, 8e série, t. XXXIII, p. 135.
Labimenko : *C. R. Ac. Sc.*, 1921, t. CLXXIII, p. 365.
Legroux et Mesnard : *C. R. Ac. Sc.*, 1920, t. CLXXII, p. 901.
Linossier : *C. R. Soc. Biol.*, 1920, t. LXXXIII, p. 343.
Mc Clendon et Schuck : *Proc. Soc. exp. Biol. med.*, 1923, t. XX, p. 288.
Mc Collum et Davis : *Journ. Biol. Chem.*, 1915, t. XXI, p. 173.
Mazé : *An. Inst. Past.*, 1914, t. XVIII, p. 100.
Mazé : *An. Inst. Past.*, 1919, t. XXXIII, p. 139.
Mazé : *C. R. Ac. Sc.*, 1925, p. CLXXX, p. 1683.
Mitchell : *Journ. Biol. Chem.*, 1919, t. XXXIX, p. 203.
Orton, Mc Collum et Simmonds : *Journ. Biol. Chem.*, 1922, t. LIII, p. 51.
Osborne et Mendel : *Journ. Biol. Chem.*, 1919, XL, p. 187.
Osborne et Mendel : *Jour. Biol. Chem.*, 1919, t. XLI, p. 29.
Osborne et Mendel : *Jour. Biol. Chem.*, 1920, t. XLI, p. 451.
Osborne et Mendel : *Jour. Biol. Chem.*, 1920, XLI, p. 599.
Peacock : *Lancet*, 1926, t. II, p. 328.
Quinn et Milner : *Journ. Biol. Chem.*, 1927, t. LXXII, p. 557.
Rosccë : *Broch. Journ.*, 1927, t. XXI, p. 211.
Rosenheim et Drummond : *Lancet*, 1920, t. XX, p. 5042.
Rosenheim et Drummond : *Bioch. Journ.*, 1925, t. XIX, p. 753.
Rosenheim et Webster : *Lancet*, 1925, t. X, p. 1025.
Rosenheim et Webster : *Journ. Soc. Chem. Indust.*, 1926, t. XLV, p. 932.
Rosenheim et Webster : *Bioch. Journ.*, 1927, t. XXI, p. 127.
Rosenheim et Wenbster : *Bioch. Journ.*, 1927, t. XXI, p. 389.
Sammartino : *Bioch. Zeitchr.*, 1921, t. CXXV, p. 25.
Schmidt : *Cohn's Beitr. Biol. der Tflanzen*, 1914, t. XII, p. 269.
Smedley, Mc Lean et Thomas : *Bioch. Journ.*, 1920, t. XIV, p. 483.
Steenbock, Sell et Buell : *Jour. Biol. Chem.*, 1921, t. XLVII, p. 89.
Steenbock et Sell : *Journ. Biol. Chem.*, 1922, t. LI, p. 63.
Steenbock et Sell : 1925, t. LXIV, p. 263. *Jour. Biol. Chem.*
Steenbock et Sell : *Jour. Biol. Chim.*, 1923, t. LVI, p. 327.
Steenbock et Black : *Jour. Biol. Chem.*, 1925, t. LXIV, p. 263.
Stéenbock et Coward : *Jour. Biol. Chem.*, 1927, t. LXXII, p. 765.
Scotti-Fogliéni : *Bol. Soc. Med. Chir. Pavia*, 1925, t. VI, p. 37.
Scotti-Fogliéni : *Arch. Ital. Biol.*, 1926, t. III, p. 75.
Stephenson : *Bioch. Jour.*, 1920, t. XIV, p. 6.
Stern : *Ber. Deut. Bot. Ges.*, 1920, t. XXXVIII, p. 28.
Sterň : *Zeitschrft. f. Bot.*, 1921, t. XIII, p. 193.
Sure : *Rap. Am. Chem. Soc. Jour. Biol. Chem.*, 1923, t. LII.
Sure : *Journ. Biol. Chem.*, 1925, t. LXIII, p. 223.
Sure : *Jour. Biol. Chem.*, 1926, t. LXIX, p. 29.
Takahaschi, Makamiya, Kawakami et Kitasato : *Inst. Phys. Chem. Res. Tokyo*, 1925, t. III, p. 81.
Tanret : *An. Chim. Phys.*, 1908, t. XV, p. 313.
Wildiers : *La Cellule*, 1901, t. XVIII, p. 313.
Weill et Mouriquand : *C. R. Soc. Biol.*, 1919, t. LXXXII, p. 182.
Willimot, Moores et Wokes : *Bioch. Journ.*, 1926, t. XX, p. 1292.
Willimot et Moores : *Bioch. Journ.*, 1927, t. XX, p. 86.
Wilson : *Jour. Biol. Chem.*, 1922, t. LI, p. 411.
Windaus et Grosskopf : *Zchft. physiol. Chem.*, 1922, t. CXXIV, p. 8.
Windaus et Hess : *Nachr. Ges. Wiss. Gött.*, 1927, t. CLXXV.
Zilva : *Bioch. Journ.*, 1920, t. XIV, p. 494.
Zucker et Barnett : *Proc. Soc. exp. Biol. Med.*, 1923, t. XXIX, p. 375.

Procès-verbal
de la Séance du 3 juin 1927

Le Procès-verbal de la dernière séance est adopté après lecture.

Excusés : MM. Heim et Vayssière.

Décès : Le Président annonce, en ces termes, la mort du Savant Erwin F. Smith :

« J'ai l'honneur d'informer l'Assemblée de la mort de M. Erwin F. Smith. La disparition de ce savant va creuser un grand vide dans la Science. Parmi les travaux de ce Phytopathologiste éminent, j'en citerai deux seulement : ses études sur la flétrissure (*Wilt*) du Cotonnier et la pourriture de cette même plante. Il est naturel que son attention se soit portée sur un végétal qui est la source peut-être la plus importante de la richesse des Etats-Unis. Pour la flétrissure, Erwin F. Smith a montré que le parasite était le *Fusarium vasinfectum*, dont il étudia le polymorphisme et découvrit la forme parfaite (*Neocosmospora vasinfecta*). Quant à la pourriture bactérienne, ce savant a montré que le *Pseudomonas malvacearum* en est la cause unique et que l'affection se manifeste sous trois aspects, considérés à l'origine comme trois maladies distinctes : pourriture des capsules (*boll rot*), chancre ou jambe noire de la tige (*black arm*) et maladie des taches angulaires des feuilles (*angular leaf spot*). Depuis cette découverte, il a été montré que le parasite existait partout dans le monde où il y a des cultures cotonnières.

Je donnerai la parole à M. Riker pour nous parler de son éminent compatriote, puis à M. Magrou et à M. Foex ».

MM. les Docteurs Riker et Magrou retracent l'œuvre accomplie par Erwin F. Smith.

M. Foex rappelle les séjours qu'a effectués Erwin F. Smith à Paris et ses relations avec les Phytopathologistes français.

Distinctions honorifiques. — Le Bureau est heureux d'annoncer que M. le Professeur Bois a été nommé Commandeur du Mérite Agricole.

Présentations de candidatures. — M. Doirault Lionel, 19, boulevard Jourdan, Paris, 14e, présenté par MM. Voukassovitch et Vayssière. M. Henry A. W., Assistant plant Pathology, University of Minnesota, présenté par MM. Arnaud et Foex. M. Riker A. J, Instructor in Plant Pathology, University of Wisconsin, Madison (Wis.) présenté par MM. Magrou et Foex.

Compte rendu financier. — Le Trésorier présente le Compte-rendu financier qui a été appouvé par le Conseil d'Administration et est adopté par la Société.

Le Président adresse des remerciements au Trésorier qui gère avec autant de dévouement que de savoir faire les finances de la Société.

Communications imprimées : *Bulletin économique de l'Indochine*, renseignements, février-mars 1927. — H. Faes et M. Staehelin : La lutte contre les vers de la Vigne (*Cochylis et Eudemis*) de 1922 à 1924. — *The Review of Applied Entomology*, XV, n° 5, may 1927. — *Journal Department of Land and Agriculture*, XXVI, n° 4, 1927. — J.-R. Winston and J.-J. Bowman, W.-J. Bach : Citrus melanose and its control (*Depat. of Agric. Bull.*, 1474, march 1927. — J.-W. Roberts : Peach Brown Rot and Scab (*Farmers bulletin*, n° 1527, avril 1927). — *Bulletin international de l'Académie des Sciences et des lettres de Pologne*, n° 7, juillet 1926. — *Centralastalten for Jordbruskforsok*, n° 118 et 121, fév. et mars 1927. — *Centralanstalten f. forsoksvasendet pa jordbruksomradet Lantbruksentomologiska avdelningen*, n° 50 et 51, 1927.

Communications écrites. — Mlle Panca Eftimiu : « Etude cytologique sur la famille des Exoascées ». Au sujet de la Communication de Mlle Eftimiu, M. Kharbush signale que cette dernière a observé dans certains cas une dégénérescence graisseuse qui affecte la cellule hôte et est absorbée par l'Exoacées.

A. L. Guyot : « Quelques observations sur les *Ligniera* radicicoles ».

Communication orale. — M. A. Guilliermond : Sexualité et cytologie du *Spermophtora Gossypii*, parasite du Cotonnier.

M. Guilliermond expose ses recherches cytologiques sur le *Spermophtora gossypii*, isolé par Ashby et Nowell de graines de Cotonnier atteintes de stigmatomycose. Ce curieux champignon offre un mycélium dépourvu de cloisons et à nombreux noyaux. Il produit des sporanges renfermant un nombre considérable de spores fusiformes, uninucléées, celles-ci se conjuguent deux à deux avant de germer, au moyen d'un canal qui unit ces deux spores sur leurs côtés latéral. Les deux noyaux se fusionnent au milieu de ce canal et l'œuf une fois formé germe en un court mycélium, dont les extrémités produisent des asques à 8 ascospores. Ce champignon est donc un intermédiaire entre les Siphomycètes et les Ascomycètes. On peut le rapprocher de certaines formes peu connues des Hémiascées telles que *Eremothenuis*, *Protomyces* et *Taphridium* qui produisent également des sporanges mais n'ont pas de sporophytes comme le *Spermophtora*.

M. Guilliermond a étudié en outre deux champignons trouvés dans les mêmes conditions que le précédent par Ashby et Nowell : *Nematophora Coryli* et *Nematophora Gossypii*. Par ses caractères cytologiques le premier se rapproche beaucoup des levures. Le *N. Gossypii*, au contraire offre des caractères très particuliers, il est constitué

par un mycélium à cloisons espacées limitant des articles toujours plurinuclées. Ces articles peuvent se transformer en asques à 16 ascospores fusiformes ; mais ces asques dérivant toujours d'articles plurinucléées s'écartent notablement des asques ordinaires et présentent des caractères un peu intermédiaires entre le sporange et l'asque qui permettent de rapprocher cette dernière espèce des **Hémascées.**

Le Président félicite vivement M. Guilliermond de sa très intéressante communication. Il saisit l'occasion qui se présente à lui pour insister sur l'importance de ces parasites. On les considère, avec juste raison, depuis les belles recherches de MM. Robson, Nowell, etc. comme liés à des hémiptères (*Dysdercus*, *Nezara*, et *Oxycarenus*). Ces animaux rongent les capsules du Cotonnier et jouent un rôle décisif dans l'inoculation des champignons et c'est par l'association de ces deux ennemis de la plante que se produit cette maladie grave qu'on appelle pourriture interne des capsules (*internal boll rot*, *black boll*). L'intervention des insectes a été établie par l'emploi de cages qui ont bien mis en évidence leur rôle. Au point de vue français, il est intéressant de signaler que les *Dysdercus* et *Oxycarenus* ont été observés en Afrique occidentale française. On les connaît aussi en Nigeria.

Erwin F. Smith

par le Dr J. MAGROU
Chef de Laboratoire à l'Institut Pasteur

Lorsque, il y deux ans, M. Erwin Smith, au cours d'un séjour de quelques mois en France, est venu, à deux reprises, faire devant la Société de Pathologie végétale l'exposé de ses travaux et de ses idées, rien ne pouvait faire prévoir que nous aurions au bout de si peu de temps à déplorer sa perte. On sentait chez cet homme à cheveux blancs une lucidité d'esprit et une flamme d'enthousiasme que beaucoup de jeunes ne possèdent pas au même degré et qui permettaient d'augurer que la carrière scientifique, déjà si bien remplie, de l'illustre phytopathologiste américain, était loin encore d'avoir atteint son terme. Hélas ! ces espérances ont été déçues, et c'est avec une douloureuse stupeur que les admirateurs d'Erwin Smith ont appris sa mort, survenu il y a quelques semaines.

Erwin F. Smith a consacré le plus grande part de son activité scientifique à l'étude des maladies bactériennes des plantes. Les premières connaissances relatives à ce sujet sont contemporaines des travaux de Pasteur sur les maladies bactériennes des animaux et de l'homme. Elles remontent, en effet, aux recherches de Prillieux, qui signalait en 1878 une maladie des grains de Blé due à un *Micrococcus*. En même temps, l'Américain Burrill démontrait l'origine bactérienne de la nécrose des Poiriers et des Pommiers (pear-blight). Mais les progrès dans cette branche nouvelle de la bactériologie furent d'abord lents, et les découvertes annoncées excitaient une dé-

fiance justifiée le plus souvent par l'imperfection des méthodes employées.

Ce fut en 1893 que Smith aborda l'étude de la question, et tout de suite il pressentit l'importance des maladies bactériennes des plantes, n'hésitant pas à affirmer que les affections dues aux bactéries ne devaient pas être moins nombreuses chez les végétaux que chez les animaux. Cette prévision, qui en son temps fut accueillie avec scepticisme, devait par la suite se trouver pleinement vérifiée, puisque dès 1916, on connaissait l'existence de maladies bactériennes chez cent quarante genres de plantes.

Cependant, tout était à créer dans cette voie encore inexplorée. Smith s'attacha d'abord à acquérir une technique bactériologique impeccable, et à mettre au point les méthodes nécessaires à cette application nouvelle de la bactériologie. Pourvu d'un instrument de travail éprouvé, il réussit, par une série de brillantes recherches conduites d'après les techniques pastoriennes les plus rigoureuses, à démontrer la nature bactérienne d'un grand nombre de maladies végétales (maladie vasculaire des Cucurbitacées, pourriture noire des Solanées, chancre de la Tomate, maladie des feuilles du Cotonnier, etc., etc...) ; il reprit en outre, au laboratoire, dans les champs et dans les serres, l'étude de toutes les maladies des plantes attribuées à des bactéries, n'admettant le rôle étiologique d'un microorganisme qu'après l'avoir soumis à toutes les épreuves exigées par la pathologie moderne.

Ces recherches, qui ont fait l'objet de nombreuses publications dans divers périodiques des deux Mondes, ont été coordonnées par Smith en un monumental ouvrage en trois volumes, *Bacteria in relation to Plant Diseases*, publié de 1905 à 1914 à Washington, par l'Institution Carnegie. Le premier de ces volumes est consacré aux maladies bactériennes en général ; l'auteur y étudie leurs principaux caractères, leur importance économique et les règles de leur prophylaxie, ainsi que la morphologie, la physiologie et la classification des bactéries pathogènes ;

il y décrit ensuite les techniques bactériologiques et les méthodes générales de recherche. Les volumes suivants, après un exposé détaillé de l'action pathogène des micro-organismes et des réactions des plantes attaquées, suivi d'une étude de la symbio entre bactéries et plantes supérieures, sont consacrés à une série de monographies des maladies vasculaires des plantes dues à des bactéries.

Mais les recherches les plus originales et les plus suggestives de Smith sont sans doute celles qui ont trait au crowngall. Frappé des analogies que cette maladie végétale présente avec les tumeurs malignes du règne animal, il l'a désignée sous le nom de cancer des plantes. D'ailleurs, la cause du crowngall paraissait aussi insaisissable que celle du cancer ; grâce à une rare perspicacité, Smith n'en a pas moins réussi à la découvrir. Il a isolé du crowngall une bactérie nouvelle, le *Bacterium tumefaciens*, et, par d'innombrables inoculations expérimentales, il a démontré que cette bactérie était bien la cause des tumeurs. Partant de là, par de belles recherches d'histologie comparée, il a précisé les homologies qui rapprochent le crowngall du cancer du règne animal. Non content d'avoir découvert l'agent de la maladie, il a abordé le problème en physicien, et est parvenu, au moyen d'expériences admirablement conduites, à élucider le mécanisme physico-chimique de l'action du parasite. Il est permis d'affirmer que cet ensemble de recherches constitue la contribution la plus importante qui ait jamais été apportée à l'étude du problème si obscur et si décevant du cancer. Ce n'est pas la première fois, d'ailleurs, que les sciences médicales, parfois trop promptes à s'engourdir dans la routine traditionnelle, reçoivent du dehors une impulsion vivifiante.

De tels travaux témoignent d'un esprit hautement généralisateur et d'une vaste culture. Smith estimait, en effet, que l'homme de laboratoire ne doit pas se cantonner dans sa spécialité, mais que des connaissances étendues, tant littéraires que scientifiques, sont indispensables à qui veut accomplir une œuvre de quelque portée. Dans le dernier chapitre de son livre *Introduction aux maladies bactériennes des plantes*, dont M. Foex

a donné ici-même une analyse détaillée, il prodigue à cet égard aux jeunes chercheurs, sous une forme savoureuse, des conseils pleins de sagesse. « Bien des hommes de science gagneraient beaucoup, dit-il, à s'évader fréquemment de leur spécialité étroite pour cultiver la littérature, la musique, l'art, la nature dans ses aspects les plus généraux, et les agréments de la vie de société ».

Et lui-même faisait comme il le disait ; sa connaissance approfondie de la littérature française faisait l'admiration des lettrés les mieux avertis. Poète à ses heures, il laisse des sonnets d'une forme harmonieuse et d'une grande élévation de pensée. Et ceux d'entre nous qui ont eu la bonne fortune de l'approcher lors de son récent séjour en France n'oublieront jamais l'affabilité de ses manières, son exquise courtoisie et le charme de sa conversation. Mais ce qui nous rend sa mémoire plus chère encore et nous fait ressentir sa perte plus douloureusement, c'est qu'il fut en tout temps un ami enthousiaste de notre pays. Par ses paroles, ses écrits et ses actes, il n'a jamais cessé de témoigner à la France la sympathie la plus chaleureuse. Avec un zèle d'apôtre, il propageait dans les pays anglo-saxons les chefs-d'œuvre de notre science et de notre art. Je n'en veux citer pour exemple que la traduction qu'il a publiée, avec Mlle Florence Hedges, du beau livre d'E. Duclaux, *Pasteur, histoire d'un esprit.* Et il terminait par cet hommage éclatant la notice qu'il consacrait à Pasteur à l'occasion de son centenaire : « Au moment où l'on entend dire tant de choses contre la France, il est bon de se rappeler, non seulement ce qu'elle a souffert, mais encore ce qu'elle a donné au monde. Pour moi, elle est intellectuellement, moralement et scientifiquement, la plus grande nation du continent européen, et je ressens toute injure qui lui est faite. Sachons plutôt apprécier sa force d'âme, glorifier ses grands hommes, et joindre les mains avec elle chaque fois que nous le pouvons (1) ».

(1) E.-F. Smith, Pasteur, the Man. *Scientific Monthly*, t. XV, n° 3, mars 1923, pp. 269-279

COMPTE RENDU FINANCIER POUR 1926

par M. LHOSTE, Trésorier

RECETTES

Report de l'exercice 1925		5.676 77
Total des Cotisations		4.225 10
Rachats de Cotisations		600 »
Souscription de la Caisse des Recherches scientifiques.		2.500 »
Abonnements souscrits par le Ministère de l'Agriculture		490 »
Produit de la vente de fascicules du Bulletin		256 »
Intérêts des valeurs en réserve portés en compte durant l'exercice 1926		278 75
Intérêts produits par les sommes en Banque		27 84
Total des Recettes		14.054 46

DÉPENSES

Frais d'impression et d'envoi du Bulletin.	3.729 73	
Tirages supplémentaires	450 »	
Supplément d'une feuille 3/4	350 »	
Frais d'impression et d'envoi : Bulletins de vote et Circulaires	289 95	
Cotisation 1926 à la Fédération des Sociétés de Sciences naturelles	20 »	
Enregistrement des nouveaux statuts	22 »	
Gardiennage et entretien de la Salle des Séances	25 »	
Frais de recouvrement des cotisations, affranchissements divers, Banque, secrétariats, etc.	538 55	
Remboursement de sommes reçues par erreur au titre de Cotisations	53 70	
Total des Dépenses	5.478 93	5.478 93
Reste en Caisse		8.575 53

se décomposant ainsi :

En banque.....	6.002 14	
Au compte de chèques postaux.....	2.561 65	8 575 53
En numéraire, caisse du Trésorier	11 74	

La Société possède en outre, en réserve générale :

1° Cinquante francs de Rente française 5 % 1920.
2° Cent francs de Rente perpétuelle 4 % 1925.
3° Un Bon du Crédit national 1921, valeur nominale 500 francs,
soit au total : **Quatre Mille** francs. (Valeur nominale)

Etude cytologique sur la famille des Exoascées

par Mlle Panca EFTIMIU

Docteur ès-sciences

Les recherches qui font l'objet de notre Mémoire (1) ont porté sur une petite famille d'Ascomycètes, les Exoascées, dont les deux principaux genres, *Exoascus* et *Taphrina*, sont représentés par de nombreuses espèces vivant en parasite sur divers arbres fruitiers comme le Pêcher, le Poirier, le Cerisier, le Prunier... et d'autres arbres comme le Bouleau, le Peuplier, l'Aune, etc...

Malgré des recherches assez intéressantes, l'étude de la formation des spores dans cette famille n'a pas dévoilé la vérité sur la valeur de leur organe reproducteur. Est-ce que cet organe représente les caractères d'un véritable asque ou bien pouvons-nous accepter le résultat proposé récemment par divers auteurs qui comparent l'asque des Exoascées à un sporange ? En effet, Juel, dans un Mémoire récent, tend à établir une affinité entre le genre *Taphridium* et *Taphrina*. Cependant, nos résultats ne concordent pas avec ceux de cet auteur et les caractères histologiques, tels que nous avons montré au cours de ce travail, suffisent pour établir que l'organe reproducteur des Exoascées a tous les caractères d'un véritable asque alors que celui de *Taphridium* correspond à un sporange.

Nous avons étudié les espèces suivantes : *Exoascus*

(1) Contribution à l'étude cytologique des Exoascées. *Thèse*, 1927, publiée dans *Le Botaniste*, 18e série et contenant 38 dessins dans le texte et 3 planches.

deformans, *Exoascus Betulae*, *Exoascus Pruni*, *Exoascus Crataegi*, *Exoascus Insititiae*, *Taphrina aurea*, *Taphrina Alni-incanae* et *Taphrina bullata* ; les résultats obtenus étant concordants nous avons des raisons de croire qu'ils sont probablement communs à toute la famille.

Situation du thalle

Dans la majorité des espèces étudiées, le thalle est entièrement sous-cuticulaire. Les filaments mycéliens forment une couche parfois continue au-dessus de l'épiderme sans que les cellules qui les composent pénètrent entre les cellules épidermiques (*Exoascus Betulae* et *Taphrina bullata*) ; dans d'autres espèces, *Taphrina aurea*, *Taphrina Alni-incanae* et *Exoascus Crataegi*, les cellules mycéliennes s'enfoncent entre les cellules épidermiques et enfin le thalle peut être différencié en un mycélium végétatif qui chemine entre les cellules du tissu de l'hôte sans jamais pénétrer dans celles-ci, et un mycelium ascogène qui se localise sous la cuticule (*Exoascus deformans*, *Exoascus Pruni* et *Exoascus Insititiae*).

En général, le thalle, qu'il soit intercellulaire ou sous-cuticulaire, est constitué des filaments mycéliens à un faible diamètre au début : au fur et à mesure que le parasite avance en âge, son diamètre s'accroît ; en même temps il se ramifie suivant ordinairement toutes les directions, pour explorer de grandes surfaces de nutrition.

Le mycélium ou thalle se compose de filaments rameux, cloisonnés, dont les articles plus ou moins allongés sont séparés par des cloisons plus épaisses que la membrane propre du champignon.

Structure histologique du mycélium

Dans les cellules jeunes le cytoplasme a une structure dense et presque homogène ; dans les cellules plus âgées, il devient vacuolaire et il est réduit en trabécules dans les vieilles cellules.

Les vacuoles de ces cellules renferment des précipitations métachromatiques sous forme d'*endochromidies* sphériques et de diverses tailles. A côté de ces éléments, le cytoplasme contient de petites boules uniformes, *les cytosomes*, très chromatiques et dispersés dans tout le cytoplasme de cellules jeunes et sur les parois et les trabécules cytoplasmiques dans l'asque.

Outre ces éléments, le mycélium de *Taphrina aurea* renferme aussi des globules graisseux colorables vitalement en bleu foncé par le bleu d'Indophénol ; l'acide osmique les fixe et les colore en même temps en brun foncé.

Les substances grasses sont mélangés avec des pigments appartenant au groupe de lipochromes et qui donnent la coloration jaune de la face inférieure des cloques sur les feuilles du Peuplier.

Quant aux noyaux, les cellules mycéliennes renferment ordinairement deux noyaux placés côte à côte au centre de la cellule. Ils présentent la même structure dans toutes les espèces : il sont pourvus chacun d'une nucléole fortement colorable par l'hématoxyline et la safranine et d'une membrane nucléaire nette ainsi que des filaments chromatiques dans le nucléoplasme.

Evolution nucléaire

Nous venons de dire que le thalle est formé d'articles binuclées ; même, les articles plurinuclées qui se développent à la surface de la feuille, subissent des cloisonnements qui ramènent à deux le nombre des noyaux par article : c'est à l'intérieur de ces articles binuclées que s'opère le phénomène de Karyogamie qui est à l'origine de l'asque.

Au moment de la fusion les deux noyaux viennent au contact, la membrane qui les sépare disparaît au point commun et la fusion commence par les cavités nucléaires, c'est-à-dire par les filaments chromatiques qui se mélangent et ensuite les nucléoles qui se confondent en un seul. Cette fusion, dite « dangeardienne » a été observée

pour la première fois chez les Exoascées, dans *l'Exoascus deformans* par M. Dangeard, ensuite elle a été confirmée dans plusieurs et différentes espèces par Ikeno, Juel et nous.

Après la fusion, la cellule devient un œuf au centre duquel le noyau sexuel grossit considérablement : son volume est deux fois plus grand que celui de chacun des noyaux végétatifs : la structure est la même, sauf, la grande électivité que celui-ci acquiert pour les réactifs.

L'œuf s'allonge en une papille, qui soulève la cuticule, la perce pour se développer en un organe cylindrique, l'asque, perpendiculaire à la surface de l'épiderme. A un moment donné, le contenu de l'asque, avec le noyau, passe dans les deux tiers de la partie supérieure, tandis que dans le tiers inférieur reste une cellule presque vide, *la cellule basilaire*, séparée de l'asque proprement dit, par une *membrane basilaire* qui se forme généralement avant les divisions nucléaires. Parfois cette membrane n'apparaît qu'après la formation des spores ou même elle ne se constitue pas du tout (Ex. : *Taphrina Alni-incanae* où l'asque est dépourvu de cellule basilaire). Chez *Taphrina aurea* la cellule basilaire petite et triangulaire peut manquer souvent.

Le noyau sexuel devient, après la fusion, susceptible de fournir par trois bipartitions successives huit noyaux embryonnaires : les noyaux des spores. La formation des spores chez les Exoascées a préoccupé depuis longtemps divers auteurs et quelques travaux intéressants ont été consacrés à ce sujet. Fisch, Sadebeck, Ikeno et Juel ont, il est vrai, signalé des divisions karyokinétiques du noyau de l'asque dans quelques espèces d'Exoascées. Mais les descriptions de ces auteurs sont insuffisantes. Ils ne donnent en particulier aucun détail sur les chromosomes.

Nous avons pu suivre avec beaucoup de précision la marche de la formation des spores dans l'asque.

Division nucléaire

La première division dans l'asque débute par la fragmentation des filaments chromatiques en segments qui se rendent à la périphérie du noyau en même temps que la membrane nucléaire et le nucléole disparaissent. A un stade plus avancé, à la métaphase, on voit apparaître un fuseau achromatique transversal, et muni d'un centrosome très net à chacune des extrémités. A la plaque équatoriale du fuseau on voit deux gros chromosomes qui vont s'éloigner chacun vers un pôle pour constituer deux noyaux-fils lesquels vont entrer à leur tour en division. Les quatre noyaux qui en résultent font de même de sorte qu'à la fin de divisions nucléaires l'asque possède huit noyaux.

Réduction chromatique

Il a été établi dans nombre d'exemples que la fusion nucléaire, comme dans tous les cas de fécondation, chez les animaux et les végétaux, entraînait l'existence d'une réduction chromatique.

Nous avons mis en évidence, pour la première fois, ce phénomène, dans ce groupe de champignons et les divisions nucléaires du thalle, qui sont entièrement nouvelles pour les Exoascées, permettent de comparer le stade haploïde et le stade diploïde des plantes supérieures avec les mêmes stades chez les Thallophytes. Le fuseau nucléaire dans les divisions végétatives, présente un centrosome à chacune des extrémités : au stade de la plaque équatoriale, on ne compte que deux chromosomes : ceux-ci, se dédoublent et chaque moitié se rend au voisinage d'un centrosome, pour assurer la reconstitution de deux nouveaux noyaux possédant *chacun deux chromosomes*. Ces noyaux représentent donc la phase haploïde. Le noyau de fécondation, formé par la fusion de deux noyaux à deux chromosomes possède donc quatre chromosomes et l'asque représente ainsi un stade diploïde. Or, lorsqu'on

examine le stade de la plaque équatoriale, à la première mitose dans l'asque, on ne voit encore sur le fuseau que *deux chromosomes* comme pour les noyaux végétatifs : ces deux chromosomes, de par leur origine, doivent être considérés comme bivalents étant donné que la substance chromatique se trouve doublée par la fécondation. Or, rien dans leur aspect ne l'indique.

Les deux divisions, qui suivent, montrent également deux chromosomes, mais ceux-ci sont moitié plus petits et moins riches en chromatine que ceux du noyau générateur. On trouve donc, dans la première mitose dans l'asque, *une réduction du nombre des chromosomes* et dans les deux autres divisions une *réduction du la substance chromatique*. Dans le premier cas il y a une *division réductionnelle du nombre des chromosomes* et dans le second cas, une *division de la quantité de la substance chromatique*.

Spores

Aussitôt les bipartitions achevées, le cytoplasme de l'asque se concentre autour des noyaux pour constituer les spores dont le noyau se trouve avec moitié moins de substance chromatique de sorte que la spore conserve les caractères de l'espèce pour les transmettre aux descendants avec le même nombre d'éléments chromatiques.

Les spores germent soit dans l'intérieur de l'asque soit à la surface de la feuille, en émettant un bourgeon qui reçoit un noyau de la spore mère ; le noyau de la spore se divise et la division se fait par mitose. Nous avons observé dans quelques espèces (*Exoascus deformans*, *Taphrina Alni-incanae*, *Exoascus Institiae*) que la spore germe en émettant un tube qui s'allonge progressivement : le cytoplasme de la spore passe entièrement dans ce tube entraînant avec lui les deux noyaux. Ce tube germinatif s'enfonce aussitôt qu'il rencontre une stomate et infecte la feuille. Les deux noyaux du tube, après la pénétration dans le tissu de la plante vont entrer en division, comme nous avons déjà indiqué pour les mitoses végétatives.

En somme, dans le cycle évolutif des Exoascées, nous

assistons à deux phases : une *phase binuclée* et *une phase uninuclée*. Le passage de l'état bininuclée à l'état uninuclée et le passage inverse, comporte pour les Exoascées deux phénomènes : 1° le phénomène de la fécondation, qui est le moment, où par la fusion de deux noyaux dans la cellule ascogène, on arrive à l'état uninuclé représenté donc par la cellule mère, l'asque et les ascospores. 2° lors de la germination des spores et par la formation du tube germinatif on rencontre le stade binuclée qui se retrouve durant toute la période végétative.

Rapportant les caractères des Exoascées d'après nos observations, à ceux de *Taphridium* on constate qu'il y a une grande différence entre leurs organes reproducteurs.

Le jeune sporange de *Taphridium* contient un grand nombre des noyaux qui ont une origine végétative car le sporange se forme par une dilatation du filament mycélien où le cytoplasme avec les noyaux du mycélium, se condensent. Le sporange se sépare par deux cloisons du reste du mycélium. Au moment de la germination, le cytoplasme de l'asque se concentre autour des noyaux pour constituer les spores. Donc, le sporange de *Taphridium* contient dès le début un grand nombre des spores et les noyaux de ces spores proviennent directement du thalle sans qu'une fusion soit à leur base tandis que chez les Exoascées, le noyau qui va fournir les embryons des spores provient d'une fusion de deux noyaux qui existe toujours à l'origine de l'asque et de la baside.

Action sur l'hôte

Au cours de ces recherches, outre les phénomènes qui se passent dans le thalle et dans l'organe reproducteur, nous avons déterminé aussi les rapports intimes qui s'établissent entre le parasite et la plante attaquée en comparant les tissus de la plante hospitalière avant et après l'infection.

La présence du parasite n'empêche pas au début les

cellules de vivre : elles conservent leur noyau et peuvent végéter encore un temps plus ou moins long jusqu'à la mort de l'organe.

Dans la plupart des cas, l'action excitante exercée par le champignon sur les parenchymes des organes, stimule l'allongement et le cloisonnement des cellules : il en résulte une hypertrophie qui se manifeste extérieurement sous diverses formes (cloques, boursouflures, etc.).

Le cloisonnement s'effectue généralement suivant le sens tangentiel ; parfois, celui-ci peut se faire verticalement. Outre le phénomène de cloisonnement on assiste à une hypertrophie cellulaire de telle sorte que les méats intercellulaires montrent une diminution de leur volume sinon leur disparition. A la suite de ces phénomènes on se trouve en face d'un tissu homogène où toute trace de tissu palissadique et mésophyllien est disparue.

Par le nouveau tissu qui se forme et qui représente un liège de défense et par l'effacement des méats intercellulaires, la cuticule, qui est la modératrice de la transpiration, se trouve fonctionnellement remplacée dans son rôle de dégagement de l'eau. En même temps, la plante manifeste une tendance très prononcée à épaissir ses membranes. En réalité, tous ces phénomènes ne représentent qu'une conséquence indirecte du parasitisme ; c'est une réaction opposée par les tissus de l'organe affecté.

L'action du parasite se manifeste surtout directement sur les éléments cellulaires.

Noyau

Dans les cellules saines, le noyau montre un nucléoplasme plus ou moins dense et homogène, entouré d'une membrane nucléaire à contour régulier. Au centre du noyau se trouve un ou deux nucléoles. Lorsqu'on compare ces noyaux à ceux de cellules contaminées on constate tout d'abord une accumulation de substance chromatique, le nombre de nucléoles augmente et en même temps le noyau s'hypertrophie et son contour devient

peu à peu irrégulier, sa forme change d'aspect : il devient lobé et souvent il prend la forme d'un croissant.

Pendant les cloisonnements cellulaires les noyaux se divisent activement ; dans la plupart des cas la division se fait par mitose. Dans la feuille du Pêcher, sous l'action de l'*Exoascus deformans*, pendant le cloisonnement, le noyau subit une division directe, c'est-à-dire que souvent il s'étrangle dans sa partie moyenne ; les deux moitiés s'étirent jusqu'à se séparer.

Vacuome

Aux endroits non parasités, les cellules possèdent un *chromidium* tannifère assez dense qui se précipite sous l'action des fixateurs, en quelques *endochromidies* de différentes grosseurs. Au niveau des cloques, c'est-à-dire dans les endroits parasités, le chromidium tannifère n'est pas précipité : il remplit toute la vacuole d'une solution colloïdale brune et dense : au-dessous de l'épiderme, on observe deux ou trois assises de cellules renfermant de nombreuses endochromidies. Il semble donc que l'action du parasite favorise la formation du tannin qui occupe souvent toute la cavité de la cellule ; il arrive souvent que le noyau soit déformé par la pression exercée par la grosse vacuole ; parfois il est même caché par celle-ci.

Plastidome

Sous l'action du parasite, les chloroplastes se transforment complètement en amyloplastes ; cette transformation débute par l'apparition au sein du chloroplaste, d'un nombre variable de sphérules amylacées incolores qui se développent en grains d'amidon ; ceux-ci, dans un stade plus avancé du parasitisme se trouvent dispersées dans le cytoplasme ou même se groupent autour du noyau. A un moment donné on ne trouve plus d'amidon dans ces cellules ; il disparaît. Cette disparition est due probablement à une digestion due au parasite.

Cytome

Dans la cellule saine, autour des plastes se trouvent les *cytosomes* sphériques. Sous l'action parasitaire ils subissent aussi des altérations ; parfois ils se gonflent prenant la forme de vésicules, le plus souvent ils se transforment en bâtonnets et finissent par perdre peu à peu leur chromatine.

Outre ces éléments, les cellules du tissu de la feuille du Peuplier (*Populus nigra*) parasitées par *Taphrina aurea*, renferment des gouttelettes graisseuses qui se fusionnent en gros globules très abondants dans les cellules voisines du champignon. Ces globules, dans les cellules en contact direct avec le parasite, subissent une fragmentation en éléments tout petits qui se rendent dans la couche de cytoplasme pariétale, au voisinage du mycélium pour être finalement absorbés par celui-ci.

Les gouttelettes oléagineuses représentent donc des produits de nutrition à forme transitoire, produits utilisés par le champignon pour sa nourriture.

Quelques observations nouvelles sur les Ligniera *radicicoles*

par **A.-L. GUYOT**

Ingénieur Agronome .
Chef des Travaux à l'Institut des Recherches Agronomiques
(*Travail effectué à la Station de Pathologie végétale de Paris*).

Maire et Tison ont réuni, en 1911, sous le nom de *Ligniera* (1), une série de Plasmodiophoracées non hypertrophiantes, à schizogonie nulle ou très réduite, accomplissant toute leur évolution endophytique dans une seule cellule non ou à peine modifiée, et donnant des sores de forme variable.

Les diverses espèces du genre *Ligniera*, connues à ce jour, sont toutes des parasites des racines de plantes terrestres ou aquatiques. Celles-ci appartiennent aux familles les plus variées : Graminées (*Poa annua*), Joncées (*Juncus articulatus*, *J. obtusiflorus*, *J. lamprocarpus*, *J. bufonius*), Callitrichinées (*Callitriche stagnalis*), Alismacées (*Alisma Plantago*), Potamées (*Potamogeton natans*), Iridées (*Iris Pseudacorus*), Renonculacées (*Ranunculus circinatus*, *Ranunculus aquatilis*), Plantaginées (*Plantago major*), Rubiacées (*Galium verum*), Labiées (*Mentha Pulegium*), Caryophyllées (*Cerastium vulgatum*), Scrofulariées (*Veronica arvensis*, *Veronica Beccabunga*), Composées (*Bellis perennis*, *Chrysanthemum Leucanthemum*).

(1) Genre dédié à M. le professeur O. Lignier, directeur de l'Institut Botanique de Caen.

A l'exclusion, toutefois, de deux formes spéciales observées par Maire et Tison, respectivement dans les racines de *Callitriche stagnalis* et *Veronica arvensis*, il est possible d'admettre que les divers *Ligniera* hébergés par les plantes-hôtes ci-dessus mentionnées sont seulement des « variétés d'hôtes » d'une même espèce, à laquelle il convient, pour raisons de priorité, de réserver la dénomination de *Ligniera Junci*, cette Plasmodiophoracée ayant été, en effet, pour la première fois décrite, en 1910, par Schwartz, dans les racines de *Juncus sp.*, sous le nom de *Sorosphaera Junci*.

Tel est, du moins, le sens de l'interprétation qu'il convient d'attribuer au récent et important travail de W.-R. Ivimey Cook, consacré à l'étude du genre *Ligniera*. L'auteur en effet, à la suite de nombreuses expériences

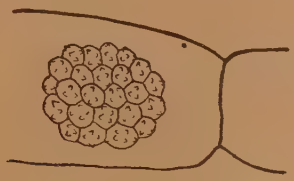


Fig. 1. — *Ligniera verrucosa*
dans une racine de *Chenopodium album*.

d'inoculations croisées ayant permis le passage du *Ligniera Junci* entre hôtes variés, et après examen cytologique des formes revêtues par ce champignon chez les diverses plantes dont il pénètre les racines, propose de réduire à trois le nombre des espèces, connues, dont se compose le genre *Ligniera*.

Ces trois espèces sont les suivantes :

— *Ligniera verrucosa* Maire et Tison.

Spores grossièrement verruqueuses, 4-5 μ diam., disposées en balles pleines, plus ou moins globuleuses ou ellipsoïdales, très rarement creuses.

Dans les racines de *Veronica arvensis*.

— *Ligniera radicalis* Maire et Tison.

Spores lisses, 4-5 μ diam., agrégées en balles plus ou

moins régulières, pleines ou creuses, souvent remplissant complètement la cellule-hôte.

Dans les racines de *Callitriche stagnalis*.

— *Ligniera Junci* (Schw.) Maire et Tison (= *Sorosphaera Junci* Schw., *S. graminis* Schw., *Ligniera graminis* Schw., *L. Bellidis* Schw., *L. Menthae* Schw., *L. Alismatis* Schw., *L. pilorum* Fron et Mlle Gaillat).

Spores lisses, 5-7 μ diam., réunies en balles souvent creuses.

Dans les racines de plantes variées, croissant en milieu humide.

Cook est ainsi porté à assimiler au *Ligniera Junci*, non seulement les formes fongiques observées par

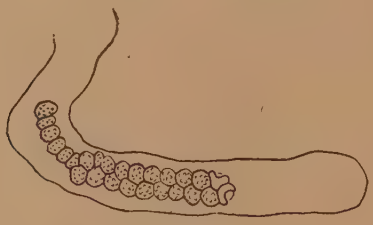


Fig. 2. — *Ligniera verrucosa* à l'intérieur d'un poil radical de *Bromus* sp.

Schwartz dans les racines de plantes variées, mais aussi une Plasmodiophoracée décrite, en 1925, par Fron et Mlle Gaillat, dans le système radiculaire de *Poa annua*, sous le nom de *Ligniera pilorum*, et se séparant des autres espèces, dans l'esprit des auteurs, par sa localisation dans les poils radicaux dont elle provoquerait la déformation. La fréquente attaque de *Poa annua* par *Ligniera Junci*, et l'absence de relation entre l'hypertrophie des poils radicaux et la présence de la Plasmodiophoracée sont les raisons invoquées par Cook en faveur de cette assimilation.

***

Nos recherches récentes sur la flore cryptogamique des racines de certaines Phanérogames nous permettent

d'ajouter, à la liste des espèces végétales susceptibles d'héberger dans leurs racines des Plasmodiophoracées non hypertrophiantes type *Ligniera*, quelques plantes-hôtes nouvelles.

Ainsi, diverses graminées (*Bromus* sp., *Festuca* sp.), recueillies par nous, au printemps de 1926, à Montigny-Beauchamps, en sol sableux riche en humus, nous ont montré une infection très nette du système radiculaire (cellules de l'assise absorbante et poils absorbants) par une Plasmodiophoracée dont les spores, finement échinulées, ont un diamètre de 4 à 5 μ. Celle-ci se rapproche beaucoup du *Ligniera verrucosa*, mais les aspérités de l'exospore nous ont paru plus nombreuses et plus serrées que chez l'espèce observée par Maire et Tison dans les racines de *Veronica arvensis*.

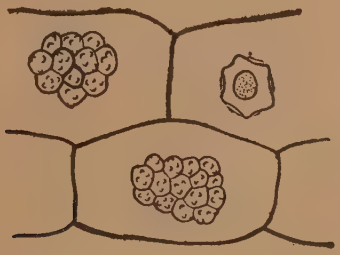


Fig. 3. — *Ligniera verrucosa* en association avec *Asteroscystis radicis* chez *Beta vulgaris*.

Un *Ligniera* à spores verruqueuses, très semblables à celles du *L. verrucosa*, a été également observé par nous dans les racines de plants de *Chenopodium album* récoltés dans un champ d'Avoine à Montigny-Beauchamps.

Nous avons retrouvé ce champignon, ou tout au moins une forme très voisine, dans l'axe radiculaire de jeunes plantules de Betteraves (*Beta vulgaris*) semées en pots dans le jardin de la Station de Pathologie végétale de Paris.

Nous pensons pouvoir assimiler la Plasmodiophoracée observée par nous dans le système radiculaire de ces deux

Chénopodées au *Ligniera verrucosa* Maire et Tison. Quant au *Ligniera* que nous a révélé l'examen des racines des graminées recueillies à Montigny-Beauchamps, ce n'est apparemment qu'une forme très voisine de cette même espèce dont il ne convient pas, pensons-nous, de la séparer systématiquement.

Le *Ligniera verrucosa* semble ainsi devoir être considéré, au même titre que le *Ligniera Junci*, comme un groupement de formes voisines ou « variétés d'hôtes », ne différant entre elles que par de légères variantes, insuffisantes à la discrimination d'espèces distinctes.

Envisagé dans ce sens général, le *Ligniera verrucosa* est un parasite assez fréquent du système radiculaire de plantes variées (*Veronica arvensis*, *Beta vulgaris*, *Chenopodium album*, *Bromus* sp., *Festuca* sp.). Nous l'avons observé aussi bien sur des racines apparemment saines que sur des racines en voie d'altération pour une cause quelconque. Il nous a paru fréquemment associé à l'*Asterocystis radicis* (1). Sa répartition phyto-géographique, comme l'interprétation biologique qu'il convient de lui attribuer, rappellent d'ailleurs, par beaucoup de points, les caractéristiques correspondantes révélées par l'étude botanique et biologique de cette Chytridinée.

*
* *

Ainsi que l'écrivaient Maire et Tison en 1911, l'étude des *Ligniera* jette un jour nouveau sur les affinités des Plasmodiophoracées.

Les *Ligniera* ressemblent beaucoup au *Rhizomyxa hypogaea* Borzi, qui est également un parasite non hypertrophiant des racines de diverses plantes. Ce *Rhizomyxa*, dans le sens où le comprenait Borzi (1884), paraît être un complexe de divers organismes, et certainement les *Ligniera* étaient englobés dans ce complexe. Une des

(1) Cook signale aussi la fréquente association de Chytridinées au *Ligniera Junci*, dans les racines des plantes infectées ; sans doute est-ce le fait d'exigences analogues quant aux conditions de développement.

figures de Borzi paraît représenter, selon Maire et Tison, le *L. verrucosa* (qui alors croîtrait aussi sur le *Trifolium resupinatum*) ; d'autres rappellent le *L. radicalis* et le *L. Junci*. Ces faits n'ont rien de surprenant, aujourd'hui que sont connus, par les recherches de W.-R. Ivimey Cook et les nôtres, le polyphytisme de *Ligniera Junci* et celui de *Ligniera verrucosa*.

Němec a par ailleurs, en 1910, figuré et décrit un champignon parasite des racines de la Betterave à sucre, qu'il nomme *Sorolpidium Betae* et qu'il rattache aux Chytridinées. Localisé aux cellules épidermiques ou corticales des fines radicelles de la Betterave, cet organisme évoluerait primitivement, selon l'auteur, sous la forme de corps plasmatiques nus engendrant, par la suite, des zoosporanges identiques à ceux que constitue l'*Asterocystis radicis* ; des kystes de conservation, à membrane épaisse et étoilée, présentant avec les organes correspondants de l'*Asterocystis* des similitudes du même ordre que celles offertes par les sporanges, ont été aussi observés par l'auteur à l'intérieur des racines infectées par le *Sorolpidium Betae*.

L'analogie entre les plasmodes du *Sorolpidium Betae* et ceux des *Ligniera*, comme la possibilité de rattacher au cycle d'évolution de l'*Asterocystis radicis* les sporanges et kystes entrevus par Němec, permettent de supposer, ainsi que le fait Cook, que le *Sorolpidium Betae* est non point tant une espèce autonome qu'un groupement occasionnel de deux champignons indépendants dont l'un serait un *Ligniera* et l'autre l'*Asterocystis radicis*. Hypothèse assez superficielle toutefois, avant nos recherches du moins, puisqu'aucun *Ligniera* n'avait encore été signalé chez *Beta vulgaris* et que Marchal avait, par ailleurs, souligné l'impossibilité où il s'était trouvé, pour les conditions dans lesquelles il opérait, de transmettre, par contamination artificielle, l'*Asterocystis radicis* à la Betterave.

Nos recherches nous ayant permis, simultanément, de mettre en évidence la présence possible d'un *Ligniera*, type *L. verrucosa*, dans les racines de la Betterave et

d'obtenir une infection positive de cette plante par l'*Asterocystis radicis* (1), nous avons, par semis de graines de *Beta vulgaris* en terre contaminée à la fois par le *Ligniera verrucosa* et l'*Asterocystis radicis*, obtenu aisément une infection mixte de cette Chénopodée par ces deux organismes radicicoles occasionnellement associés.

Par cette observation est fortifiée l'hypothèse, formulée par Cook, selon laquelle le *Sorolpidium Betae* est plutôt à envisager comme une association accidentelle de deux champignons radicicoles, dont l'un serait un *Ligniera* et l'autre l'*Asteroystis radicis* ; nous avons noté, effectivement, les plus grandes analogies entre l'aspect des tissus pénétrés simultanément par ces deux cryptogames et les divers aspects figurés par Němec (2).

Cette observation permet enfin d'établir un rapprochement assez intime entre les Plasmodiophoracées non hypertrophiantes type *Ligniera* et les diverses Chytridinées, quant aux conditions requises pour leur évolution. La possibilité d'infection simultanée d'une plante déterminée par le *Ligniera verrucosa* et l'*Asterocystis radicis*, comme l'association fréquente, notée par Cook et nous-même, entre les *Ligniera* et des Chytridinées (*Asterocystis radicis*, *Synchytrium* sp., etc...), sont en faveur d'un tel rapprochement, qui déjà, par ailleurs, avait été mentionné entre *Plasmodiophora Brassicae* et *Olpidium Brassicae*,

Cette propriété particulière des champignons radicicoles inférieurs, et qui souvent est jointe à un polyphytisme très étendu, doit inciter à une grande prudence lors de la détermination des causes de certaines maladies bien définies auxquelles ces organismes sont associés.

(1) A.-L. Guyot, Contribution à l'étude systématique et biologique de l'*Asterocystis radicis* (*sous presse*).

(2) Němec fait bien remarquer que le nouvel organisme dont il apporte la diagnose ne donne pas naissance à des *formations creuses*, comme en comportent les champignons appartenant au genre *Sorosphaera* ; mais l'on sait qu'à l'inverse du *Ligniera Junci* (= *Sorosphaera Junci*), dont les balles de spores sont souvent creuses, le *Ligniera verrucosa*, avec lequel nous avons pu contaminer la betterave (plante-hôte du *Sorolpidium Betae*), ne constitue qu'exceptionnellement des balles de spores qui ne soient point pleines.

Bibliographie

1884. Borzi, *Rhizomyxa*, nuovo Ficomicete, Messina.
1892. Fischer A., Phycomycetes, in Rabenhorst's Kryptogamen Flora, 2e Auflage, Band I (Pilze).
1897. Engler A. et Prantl K., Die natürlichen Pflanzen familien, I. Teil, 1. Abteilung, p. 91.
1910. Schwartz E.-J., Parasitic root diseases of the Juncaceae. (*Ann. of. Bot.*, XXIV, pp. 511-522).
1911. Maire et Tison, Sur quelques Plasmodiophoracées non hypertrophiantes, (*Comptes Rendus Acad. Sc. Paris*, 23 janvier).
1911. Němec B., Eine neue Chytridiazee, (*Bull. intern. Acad. Sc. Bohême*, XVI, pp. 1-19).
1911. Němec B., Über eine neue in den Wurzeln der Zuckerrübe parasitierende Chytridiazee (*Oster, Ungar, Zeits. für. Zuck. und Landw*, XL. Jahrgang, 5. Helft).
1911. Němec B., Über eine Chytridiazee der Zuckkerrübe. (*Ber. d. deutschen Bot. Ges.*, XXIX, p. 48).
1911. Maire et Tison, Nouvelles recherches sur les Plasmodiophoracées. (*Ann. Mycol.*, pp. 226-246).
1911. Schwartz E.-J. — The life history and cytology of *Sorosphaera graminis*. (*Ann. of. Bot*, XXV, pp. 791-797).
1914. Schwartz E.-J., The Plasmodiophoraceae and their relationship to the Mycetozoa and the Chytrideae. (*Ann. of Bot.*, XXVIII, pp. 227-240).
1925. Fron et Mlle Gaillat, Contribution à l'étude du genre *Ligniera*. (*Bull. Soc. Mycol. France*, XLI, pp. 388-390).
1926. Cook W.-R.-I., The genus *Ligniera* Maire et Tison. (*Trans. of the British Myc. Soc.*, XI, pp. 196-213.)

BIBLIOGRAPHIE

Caractérisation des bois vieux par rapport aux bois verts

M. M.-R. Legendre qui a suivi (31 décembre 1924-30 janvier 1825) à l'Usine de Saint-Denis de la Maison Pleyel, des expériences relatives à un procédé de vieillissement artificiel des bois verts dû à M. Gustave Lyon, a eu l'idée de rechercher les variations d'acidité éprouvées par ce bois du fait du vieillissement artificiel. Il constata que, mouillés par une goutte de solution rouge de méthyle, tous les bois verts donnent une variation de *p*H de l'ordre de 4,4 à 6,0.

M. R. Legendre attira le 22 mai 1925, l'attention de M. Roger Lyon sur le fait qu'il y a là, semble-t-il, un procédé de détection rapide del'ancienneté des bois (1).

MM. Roger Lyon, G. Fron et M. Fournier ont démontré que si, commercialement parlant, un bois vieux est différent d'un bois vert, même artificiellement séché (déshydraté), de grandes différences existent également entre ces bois au point de vue chimique. Une simple observation au microscope de Hêtre, Cormier, Charme, Poirier permet de voir que le bois vieux contient des dépôts amorphes jaunes bruns, localisés dans le pourtour des membranes des cellules du parenchyme ligneux et des rayons méduallaires, alors que ces mêmes cellules, dans le bois vert, apparaissent vides de tout contenu (2).

L'analyse chimique et particulièrement le dosage du tannin ont prouvé qu'un bois vieux est plus riche en tannin qu'un bois vert, tout au moins pour le Hêtre et le Charme.

Enfin, la méthode ionimétrique (recherche de la concentraton en ions hydrogène, calculés en *p*H, des macérations de différents bois) a donné des résultats extrêmement concluants. Le *p*H des macérations des bois verts varie entre 5,1 et 6 et le pH des bois vieux varie entre 4,2 et 4,9.

Cette méthode est très simple et la comparaison des indicateurs avec les mélanges tampons est extrêmement nette.

(1) R. Legendre, L'utilisation des réactifs colorimétriques de PH pour la reconnaissance des bois verts ou secs (*C. R.*, t. CLXXXIV, n° 15, p. 949, 11 avril 1927).

(2) Roger Lyon, G. Fron et M. Fournier. — Caractérisation des bois vieux par rapport aux bois verts (*C. R.*, t. CLXXXIV, n° 12, p. 754-756, 21 mars 1927)

Imp. des Presses Universitaires de France, 49, boulev. St-Michel, Paris, 5e.